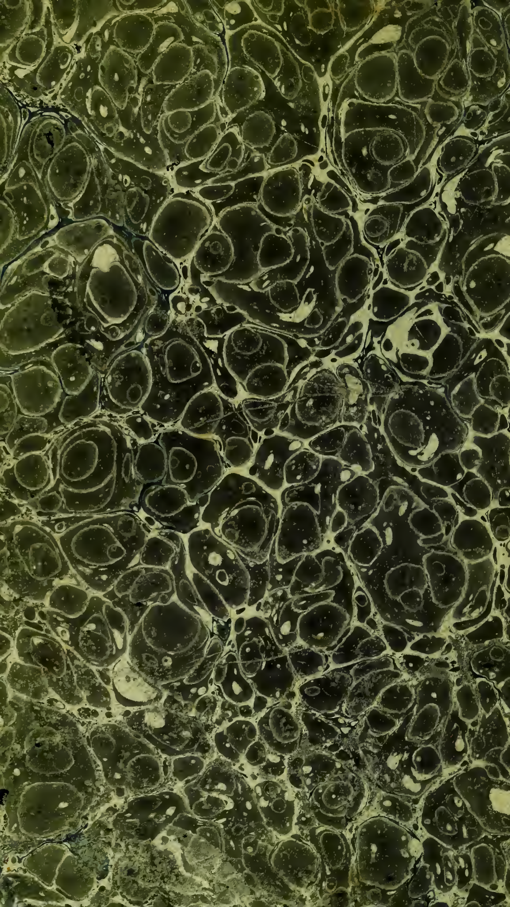
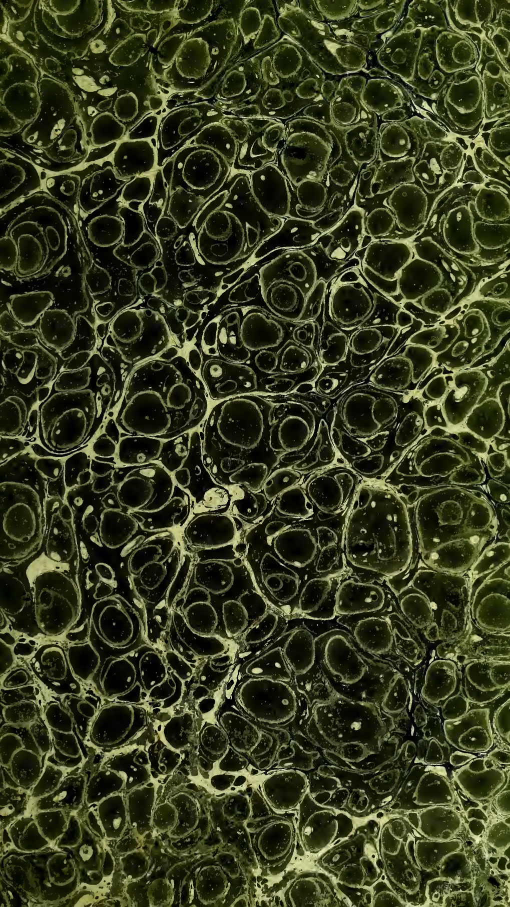






HISTOIRE NATURELLE

DE BUFFON,

A laquelle on a joint les Observations et les Découvertes des plus célèbres Naturalistes modernes sur la Minéralogie.

HISTOIRE NATURELLE

DES MINERAUX,

Contenant leur description, celle de leur gîte, la théorie de leur formation, leurs rapports avec la Géologie ou Histoire de la Terre, le détail de leurs propriétés et de leurs usages, leur analyse chimique, &c.

avec figures dessinées d'après nature.

PAR EUGÈNE-MELCHIOR-LOUIS PATRIN,

Membre associé de l'Institut national de France et de plusieurs autres Sociétés savantes.

SECONDE ÉDITION.

TOME V.

DE L'IMPRIMERIE DE CRAPELET.

A PARIS,

Chez Deterville, rue du Battoir, n° 16.

AN XI — 1803.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

HISTOIRE NATURELLE DES MÉTAUX.

FER.

PARMI tous les métaux, celui qui est sans contredit le plus utile à l'homme, c'est le fer : aussi la nature l'a-t-elle disséminé sur toute la surface de la terre avec la plus étonnante profusion; et son abondance est proportionnée aux besoins que l'homme peut en avoir, suivant les divers climats qu'il habite.

Entre les Tropiques, où la terre libérale lui fournit tout, presque sans travail, le fer est en petite quantité.

Sa masse augmente dans les zônes tempérées, où son usage devient plus nécessaire.

Enfin dans les climats froids, où l'homme a sans cesse à lutter contre l'ingratitude du sol et l'intempérie des saisons, où il faut qu'il ait sans cesse à la main, ou les instrumens du labourage, ou divers outils pour satisfaire à mille besoins, la nature y a jeté des montagnes entières de fer.

Le fer réunit en lui seul les propriétés de plusieurs autres métaux, et il en a qui lui sont particulières.

La trempe lui donne une dureté qu'aucun métal ne peut acquérir, et qui le rend propre à façonner tous les autres métaux suivant nos besoins.

Au moyen du magnétisme, une simple aiguille de fer nous sert de guide pour arriver aux extrémités de la terre ; c'est au fer aimanté qu'est due la découverte d'un nouveau monde.

Le fer est présent par-tout : il se trouve dans presque tous les corps de la nature, même dans les corps organisés : il circule avec notre sang, il

circule avec la sève des plantes, et devient partie de leur substance.

Il paroît, comme l'observe si bien Fourcroy, que « les êtres organisés forment eux-mêmes ce métal, car les plantes élevées dans l'eau pure, contiennent du fer qu'on peut retirer de leurs cendres ».

Celui qui circule dans nos veines est combiné avec l'acide phosphorique qui est en quelque sorte le principe vital; et l'on croit que c'est le fer qui donne au sang sa couleur rouge.

Le fer est, après l'étain, le plus léger des métaux ductiles : lorsqu'il est forgé, sa pesanteur spécifique n'est que de 7788; quand il est seulement fondu, elle n'est que de 7207, et alors il est plus léger même que l'étain.

Malgré son peu de densité, le fer est, après l'or, le métal qui a le plus de ténacité : un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre supporte un poids de 450 livres.

Quoiqu'un peu moins ductile que le cuivre, on peut le convertir par le moyen de la filière, en fils aussi fins qu'un cheveu.

Ce n'est pas en fondant simplement le minerai de fer qu'on obtient le fer doux et ductile ; on n'a d'abord qu'une matière aigre et cassante, qu'on nomme *fonte* ou *gueuse*. Cette matière est combinée avec le charbon et l'oxigène ; quelquefois même elle contient du phosphore, de l'arsenic, du zinc; l'on ne parvient à la débarrasser de ces substances étrangères, qu'en la faisant recuire et presque fondre au fourneau de raffinage : c'est à force de la pétrir, de la corroyer, et de la faire passer sous le marteau, qu'on la convertit en fer malléable.

Ca fer forgé est, après le platine, le métal le plus difficile à fondre, et ce n'est qu'au moyen d'un procédé particulier, et du feu le plus violent, qu'on parvient à le mettre en fusion. Il se

trouve alors à l'état d'acier parfait, sans autre préparation. C'étoit un secret que les Anglais possédoient seuls, depuis environ l'année 1750, et que vient de découvrir en France l'habile artiste Clouet.

Son procédé, qu'il a eu la générosité de rendre public, consiste à mettre dans un creuset six parties de fer doux en rognures, et quatre parties d'un mélange égal de carbonate de chaux et d'argile cuite.

On peut voir les détails de l'opération, et l'exposé des principes lumineux de théorie, dans le savant rapport de Guyton-Morveau et Darcet. (*Journal des Min. n°. XLV.*)

Pour convertir le fer en acier par la voie ordinaire, c'est-à-dire par la cémentation, on enferme des barreaux de fer doux, dans des boîtes du même métal, avec de la poussière de charbon, et on l'expose au feu pendant plusieurs

jours, dans un fourneau d'une forme particulière.

La chimie moderne nous apprend que, dans cette opération, le fer repasse en partie à l'état de fonte, en se pénétrant d'une portion de charbon, qui, en effet, s'y trouve, jusques dans le centre même des barreaux, et qui augmente leur pesanteur spécifique et leur pesanteur absolue.

C'est un problême assez difficile à résoudre, que de dire comment le charbon a pu pénétrer à travers la substance du fer.

Buffon pensoit que, dans cette opération, c'étoit la matière même du feu qui se fixoit dans le fer.

Si l'on disoit que le charbon n'est autre chose que le feu fixé, on concilieroit ces deux opinions.

Le fer doux est plus sujet à la rouille ou à l'oxidation, que la fonte et l'acier, qui en sont en partie défendus par la présence du charbon, qui change to-

talement leur contexture et la disposition de leurs molécules, et qui produit, à cet égard, un effet semblable à celui du zinc ou de l'étain combinés avec le cuivre.

Le fer est un des métaux qui se charge d'une plus grande quantité d'oxigène. Quand il est oxidé au minimum ou à l'état d'oxide noir, il en contient 26 à $\frac{28}{100}$. L'oxide rouge, qui est au maximum d'oxidation, en contient $\frac{48}{100}$.

Le fer ne s'allie nullement avec quelques-uns des métaux, et assez difficilement avec les autres, excepté l'étain avec lequel il a tant d'affinité, qu'il se laisse pénétrer par l'étain fondu, sans être lui-même en fusion; si l'on coupe une feuille de fer-blanc, on la voit aussi blanche dans son intérieur qu'à sa surface.

Les usages du fer ne se bornent pas aux services qu'il nous rend dans son état métallique; ses oxides sont sou-

vent employés dans les arts, et surtout comme matières colorantes : dans les divers genres de peinture, même dans la peinture en émail et sur porcelaine, ce sont les oxides de fer qui donnent les jaunes, les rouges, et toutes les teintes de brun et de noir.

Il en est de même dans la teinture : les noirs, les gris, et plusieurs autres nuances sont le produit des oxides de fer.

Le bleu de Prusse, cette couleur si belle, si solide, et qui résiste à tous les acides, n'est elle-même qu'une préparation de ce métal.

Outre les propriétés sans nombre qui rendent le fer si utile dans tous les arts, il en a d'autres plus précieuses encore, puisqu'elles peuvent nous rendre la santé. Non-seulement il est le seul métal qui n'ait aucune qualité suspecte, mais il en possède d'éminemment utiles dans l'art de guérir.

« Il a, dit le savant Fourcroy, une

» telle analogie avec les matières or-
» ganiques, qu'il semble en faire par-
» tie, et *devoir souvent sa production*
» *au travail de la vie, ou à celui de la*
» *végétation.* Les effets du fer sur l'é-
» conomie animale sont assez multi-
» pliés : il stimule les fibres des viscères
» membraneux, et paroît agir spécia-
» lement sur celles des muscles, dont
» il augmente le ton. Il fortifie les nerfs,
» et donne à la machine affoiblie une
» force et une vigueur remarquables....
» Il augmente et multiplie les contrac-
» tions du cœur, et par conséquent la
» force et la vîtesse du pouls.

» Il n'agit pas avec moins d'énergie
» sur les fluides. Il passe facilement dans
» les voies de la circulation, et va se
» combiner au sang, auquel il donne
» de la densité, de la consistance, de
» la couleur, et qu'il rend plus concres-
» cible; il lui communique en même
» temps une activité telle, qu'il passe
» facilement dans les plus petits vais-

» seaux, qu'il stimule lui-même les » parois des canaux qui le renferment, » et qu'il porte par-tout la force et la » vie ».

D'après toutes les propriétés qui rendent le fer si utile à l'homme sous tous les rapports, on peut dire que c'est le plus beau présent que la nature lui ait fait.

Gîtes des mines de fer.

Les mines de fer se trouvent, 1°. en filons ordinairement verticaux, dans les montagnes primitives.

2°. En couches horizontales dans les terreins secondaires.

3°. En amas irrégulièrement entassés au pied, ou dans le voisinage des montagnes à filons ferrugineux.

4°. En dépôts mêlés de substances végétales, dans les marais.

Les mines de fer en filon se rencontrent dans les montagnes primiti-

ves comme les autres métaux, mais avec cette différence remarquable, que les filons de matières ferrugineuses sont constamment parallèles aux couches mêmes de la roche, et semblent avoir, de tout temps, fait partie intégrante de la montagne qui les contient; aussi Buffon leur donne-t-il le nom de *mines primordiales*; au lieu que les filons des autres métaux coupent presque toujours ces couches sous divers angles, quelquefois même à angles droits, et paroissent évidemment d'une formation postérieure à celle de la roche.

Dans les mines de fer en filons, le minerai jouit souvent de l'éclat métallique; et lors même qu'il n'a qu'une couleur matt, il est seulement à l'état d'oxide noir, et attirable à l'aimant.

On profite de cette propriété pour faire la recherche des filons par le moyen de la boussole, qui s'écarte sen-

siblement de sa direction ordinaire à mesure qu'on approche du filon. Les mineurs exercés jugent d'après la déviation de l'aiguille, de la direction et même de la puissance du filon dont ils font la découverte, quoiqu'il soit enfoui à une profondeur de 20 à 25 pieds.

Les mines de fer en filons se trouvent dans les pays du nord beaucoup plus fréquemment que par-tout ailleurs. La Suède et la Sibérie sont prodigieusement riches en ce genre, et leur fer est de la plus excellente qualité.

Les principales mines de Suède sont celles de Nordmarck et de Persberg, aux environs de Philipstadt dans le Wermeland, à 40 lieues au nord-ouest de Stockholm; celle de Dannemora en Roslagie, et celle de Taberg en Smolande.

Toute la province de Wermeland est riche en mines de fer. Celle de Nordmarck est à 3 lieues au nord de

Philipstadt ; on y exploite depuis 1650 plusieurs filons qui sont tous parallèles les uns aux autres, et dirigés du nord au sud. Ils sont perpendiculaires, et ont jusqu'à 7 à 8 toises d'épaisseur.

Le minerai qu'ils donnent est dur, compacte, très-pesant, à grain fin comme l'acier, et il rend au moins 50 pour 100 en fonte.

Toutes les montagnes de ce district, et même de la province, sont composées de différentes variétés de granit, mais qui se trouve joint à d'autres espèces de roches ; et c'est dans un schiste argileux, brun ou bleuâtre que les filons se trouvent encaissés, et qui contient lui-même du minerai.

L'exploitation de ces filons se fait à tranchée ouverte jusqu'à 60 toises de profondeur, à la faveur de la solidité des parois.

La mine de Persberg est à deux lieues et demie à l'est de Philipstadt. La roche et le minerai sont les mêmes

qu'à Nordmarck, avec la différence que le minerai est mêlé de schorl, de grenats et de talc.

Cette circonstance est importante aux yeux du géologue ; elle démontre avec évidence que ces filons ont de tout temps fait partie intégrante de la montagne, soit qu'ils fussent dès le principe à l'état de mine de fer ou de simple roche, puisqu'ils contiennent dans leur sein des substances spécialement affectées aux roches primitives.

Jars nous apprend qu'il y a un nombre infini de ces filons de mine de fer qui sont tous parallèles les uns aux autres, et dirigés du nord au sud comme ceux de Nordmarck. Ils sont verticaux, et sont exploités jusqu'à 40 toises de profondeur.

Le minerai, dans ce canton, est si abondant, qu'on dédaigne tout filon qui n'a pas au moins une toise d'épaisseur en minerai pur, rendant 50 pour 100.

Les mines de Dannemora sont à

11 lieues au nord d'Upsal : ce sont les plus riches, et celles qui fournissent le meilleur fer de Suède.

Elles sont au bord d'un grand lac qui se prolonge du nord-est au sud-ouest, et les filons ont la même direction; ils sont dans une situation à-peu-près verticale. Toutes les circonstances qui accompagnent ces mines sont les mêmes que celles des précédentes.

Tous les rochers des environs sont d'un granit rougeâtre : dans le voisinage des filons, c'est un pétrosilex veiné, et la roche qui les touche immédiatement est, comme dans les autres mines, une roche bleuâtre schisteuse.

Sur une étendue de sept cents toises en longueur et de cent toises de large, on exploite trois filons parallèles très-distincts, et cette exploitation se fait à tranchée ouverte, quoiqu'elle s'étende dans la profondeur jusqu'à cinq cents pieds perpendiculaires; mais la nature de la roche per-

met de donner fort peu de talus à ces fosses énormes, dont l'ouverture n'a pas trente toises de l'argeur. (*Jars. Voyag. t. 1.*)

La mine de Taberg est dans la province de Smolande, la plus méridionale de la Suède. Elle est remarquable sur-tout par sa structure. Deborn la représente comme « une montagne » de plus de quatre cents pieds de » hauteur, sur une lieue de circuit, » au milieu d'une plaine sablonneuse, » et qui est uniquement composée d'un » fer noir grenu, cimenté par le quartz » en une masse solide, très-compacte » et très-dure ». (*Catal. tom. 11, p. 262.*)

Comme l'ouvrage de ce minéralogiste célèbre est entre les mains de tout le monde, et que cette description donne l'idée d'une masse informe de minerai de fer agglutiné au hasard, ce qui n'est nullement exact, je crois devoir rapporter la description que Bergmann en a faite d'après nature.

« La crête du Taberg, dit-il, et
» probablement la montagne entière,
» est remplie de filons étroits et paral-
» lèles, qui sont ordinairement verti-
» caux, et dirigés dans le même sens
» que la montagne (à-peu-près du
» nord au sud). Les plus riches ont
» rarement plus d'un quart d'aune
» (suédoise) de puissance : on leur
» donne le nom de banc de fer ; ils
» renferment un minerai brun noirâ-
» tre et luisant, qui donne 32 liv. par
» quintal.

» Celui qu'on appelle *minerai ru-*
» *bané*, a des couches de spath blanc
» entre ses feuillets, et présente dans
» sa cassure des raies alternativement
» blanches et noires. Les filons de cette
» dernière espèce se montrent à nu
» sur le penchant occidental de la
» montagne ». (*Bergmann, Géogr.*
» *phys. Journ. des Min. n°. XVI.*)

On voit, d'après cette description circonstanciée, que le Taberg, bien

loin d'être une masse informe de minerai, est au contraire une montagne d'une structure très-régulière, et dont les couches verticales ont leur plan parallèle à son grand axe, comme cela s'observe généralement dans les montagnes primitives.

Les mines de fer en filons, que j'ai observées en Sibérie dans les monts Oural, ressemblent singulièrement aux mines de Suède.

Les deux principales sont celles de Blagodat et de Keskanar, toutes deux sur la lisière orientale de l'Oural; la première à trente lieues, et l'autre à cinquante, au nord d'Ekaterinbourg.

Blagodat est, comme le Taberg, une montagne d'environ quatre cents pieds d'élévation, dont les filons verticaux se dirigent du nord au sud comme la chaîne elle-même.

Le sommet est presqu'entièrement composé de minerai, dans une étendue de deux cents toises de long, sur

cent toises de large. Les filons, qui ont plusieurs pieds, et même plusieurs toises de puissance, n'y sont séparés que par des couches de schiste, et d'une espèce de trapp, qui ont à peine la même épaisseur.

Le minerai consiste en mine noire compacte, fortement attirable à l'aimant, qui rend soixante pour cent de fonte, et donne le plus excellent fer.

On extrait annuellement de cette montagne deux millions de pouds, ou environ sept cent mille quintaux de minerai.

La montagne de Keskanar a une structure à-peu-près semblable : elle est célèbre par les aimans qu'elle a fournis. On en a trouvé des blocs de 40 livres, qui portoient deux quintaux. Les petits aimans avoient proportionnellement une force beaucoup plus grande : on en a vu qui portoient jusqu'à vingt-cinq fois leur poids. Cet aimant est mêlé de beaucoup de horn-

blende verdâtre qui s'y trouve disséminée par petits nids de quelques lignes de diamètre, et qui est très-chatoyante quand la pierre est polie.

Il y a aussi des aimans dans la montagne de Blagodat, et l'un de ses sommets en est entièrement composé; mais ils ont un défaut singulier : dès qu'ils sont détachés de la montagne, leurs pôles se multiplient et se confondent, et l'on ne peut en faire aucun usage.

Ce même sommet offre une autre singularité, c'est qu'il est traversé par un filon de cuivre. J'ai rapporté un morceau d'aimant qui se trouvoit enclavé dans ce filon, et qui est entièrement revêtu de bleu et de vert de montagne. Depuis qu'il est dans ma collection parmi d'autres aimans, il a repris une polarité un peu plus régulière. Il paroît qu'il seroit possible, avec quelques soins, de rétablir celle

des grands morceaux que peut fournir cette montagne.

Les monts Altaï sont aussi, dans plusieurs endroits, riches en minerai de fer; mais on ne songe pas à l'exploiter à cause de l'éloignement.

Dans la partie de ces montagnes que l'Irtich traverse à sa sortie du lac Zaïssan; j'ai vu, sur la rive gauche de ce fleuve, des montagnes coupées à pic à la hauteur de plus de cent toises, toutes composées de mine de fer. Ce sont des schistes couleur d'ocre, dont les couches assez minces sont parfaitement verticales, et alternent avec des couches d'un minerai de fer noir compacte.

Parmi les immenses débris de ces montagnes, j'ai vu beaucoup de morceaux d'aimant à gros grains, qui ne contient rien d'hétérogène, et qui a l'apparence tout-à fait métallique; j'en ai rapporté quelques échantillons.

Ce n'est pas seulement dans les cli-

mats glacés que la nature a placé les mines de fer en filons ; et quoiqu'elles y soient incomparablement plus nombreuses qu'ailleurs, on en trouve néanmoins dans les pays tempérés : nous en voyons de grands exemples dans la montagne d'Eisen-ertz en Stirie, et dans celle de Rio dans l'île d'Elbe.

La montagne d'Eisen-ertz a trois mille pieds de hauteur perpendiculaire. On y trouve presque par-tout du minerai de fer en abondance, surtout au sommet : c'est, pour la plus grande partie, de la mine d'acier ; c'est à-dire, du carbonate de fer, ou mine de fer spathique (et l'on sait que cette espèce de minerai ne se trouve jamais qu'en filons).

La mine de l'île d'Elbe sur les côtes de Toscane, est une des plus riches que l'on connoisse, et dont le fer égale en bonté celui des pays du nord.

C'est une montagne entière de mine de fer, qu'on exploite comme une car-

rière. L'intérieur de cette montagne n'offre que du désordre. Il paroît néanmoins probable qu'elle a été composée de filons parallèles, comme celles du nord; mais la roche qui séparoit les filons, se trouvant facile à décomposer, a été détruite par le temps et par les eaux; et les filons n'étant plus étayés, se sont écroulés les uns sur les autres. Ferber dit qu'on y voit de grandes fentes qui sont remplies de terre bolaire. Cette terre est sans doute le résidu de la roche ferrugineuse qui a été décomposée.

Ce savant observateur ajoute une remarque décisive, pour constater que la mine de Rio n'est pas un amas informe, mais un vrai filon. Il a reconnu que les mines de fer de la Toscane sont absolument de la même nature que celle de l'île d'Elbe; et il présume, d'après la ressemblance de ces mines et leur direction, qu'elles sont la continuation de celle de l'île

d'Elbe, qui fait conséquemment partie d'un filon d'une étendue immense.

La France aussi a des mines de fer en filons. La célèbre mine d'Alvar en Dauphiné, qui fournit l'acier de Rive, est composée d'une vingtaine de filons réguliers et verticaux ; quelques-uns ont jusqu'à six pieds d'épaisseur, et contiennent de la mine de fer spathique, qu'on nomme *mine d'acier*.

Dans les Pyrénées, les mines de Vic-Dessos et celles de la vallée de Baigorry, sont des filons de fer encaissés dans des montagnes primitives.

A Laferrière, près dė Domfront en Normandie, un filon de huit à dix pieds d'épaisseur, alimente cinq usines des environs.

Ce filon est couché sur le flanc d'une chaîne de collines primitives : il a pour toit une roche schisteuse, et pour mur une cornéenne. Il présente un fait assez remarquable : il est formé de trois couches contiguës, mais nette-

ment distinguées par leur couleur. La plus voisine du mur est rouge, celle du milieu est brune, et celle qui touche le toit est noire. (*Baillet, Journ. des Min. n°. XIX.*)

On voit que le degré d'oxidation de ces couches est en raison inverse de leur distance à la superficie du sol : c'est la plus profonde qui est oxidée au *maximum*. Cette circonstance paroît supposer que l'oxigène s'est élevé de l'intérieur ; ce qui est parfaitement conforme à mon opinion sur la circulation des fluides atmosphériques dans l'écorce de la terre : elle les aspire dans un endroit, elle les exhale dans un autre.

Après avoir rapporté les principaux exemples des mines de fer en filons, je passe à celles qui sont disposées par couches horizontales, et qui nous intéressent d'autant plus, qu'elles fournissent la plus grande partie du fer que notre sol produit.

Mines de fer en couches horizontales.

Ces sortes de mines se trouvent toujours parmi les dépôts marins, soit calcaires, soit argileux ou sablonneux.

L'origine des couches ferrugineuses est la même que celles de ces dépôts terreux. C'est le produit des anciennes émanations soumarines, qui étoient très-analogues aux éruptions volcaniques.

La matière des éruptions actuelles est toujours composée d'un mélange d'argile, de quartz, de fer, et de terre calcaire.

Les éruptions anciennes ou les émanations soumarines contenoient une abondance infiniment plus grande de terre calcaire : et il arrivoit, par des causes qui nous sont inconnues, que très-souvent les diverses substances qui se trouvent aujourd'hui réunies dans les éruptions, étoient alors vomies séparément.

C'est pour cela qu'on voit des couches calcaires, souvent très-épaisses, presque exemptes de tout autre mélange.

Les émanations quartzeuses étoient aussi quelquefois toutes pures, et ont formé les grès blancs d'Auberive, d'Olioules, &c.

Il y avoit des émanations d'alumine qui ont formé les bancs d'argile à porcelaine.

Il y avoit enfin des émanations ferrugineuses presque exemptes de tout mélange terreux : elles ont formé les mines dont nous parlons.

Comme cette matière ferrugineuse étoit dans un état de dissolution parfaite, elle s'est réunie, par une sorte de cristallisation, sous des formes globuleuses. On voit des couches de plusieurs pieds d'épaisseur, et d'une étendue de plusieurs centaines de toises, entièrement composées de petits corps parfaitement sphériques, semblables

à des balles de pistolet, ou de la grosseur d'un pois ; et quelquefois aussi menus que de la graine de navette ou de moutarde.

Il paroît que ces corps acquéroient plus ou moins de volume, suivant que la matière vomie étoit composée d'élémens plus actifs, et plus disposés à obéir aux impressions des affinités ; car c'est une observation constante, que les globules les plus volumineux, sont toujours dans les couches inférieures, et ont été conséquemment formés les premiers.

Souvent ces globules, qui sont de la nature de l'hématite, sont intérieurement composés de stries ou de rayons qui vont du centre à la circonférence. J'en ai rapporté de Sibérie qui ont à leur centre un petit noyau de cuivre soyeux.

Quelquefois ces globules, au lieu d'être composés de stries, sont formés de couches concentriques. Ce sont or-

dinairement les plus petits, et ceux qui sont d'une couleur jaunâtre.

Il est arrivé assez fréquemment, que la matière ferrugineuse ayant été vomie trop abondamment, ou ne se trouvant pas disposée à adopter des formes régulières, s'est réunie en grandes masses, qu'on appelle improprement *mine en roche*.

Il est arrivé aussi quelquefois que cette matière, au lieu de prendre la forme de globules, a pris une forme ovale et comprimée, comme une amande, ou orbiculaire et applatie comme une pièce de monnoie; mais nous ne connoissons pas plus la cause de ces variétés, que nous ne savons pourquoi le cristal de roche du Dauphiné a presque toujours à sa pyramide une face au moins dix fois plus grande que les autres.

Le minerai globuleux se trouve, non-seulement en couches horizontales, mais aussi quelquefois encaissé

dans les fissures verticales de la pierre calcaire; c'est ce qu'on appelle des *nids* ou des *sacs* de mine.

D'après mon hypothèse, sur la formation du minerai de fer par les émanations volcaniques soumarines, il seroit facile de concevoir comment ces nids ont été remplis.

L'effort qu'ont fait les fluides volcaniques pour s'échapper du sein des roches schisteuses qui servent de base aux couches calcaires, a soulevé ces couches et les a fracturées; l'eau de la mer s'est introduite dans les fissures et a été décomposée par le contact des gaz incandescens : son oxigène s'est joint au fluide ferrugineux et l'a sur-le-champ fixé et rendu solide. Ce nouveau corps se trouvant intercalé sous les couches calcaires, les a soutenues au même point où les avoit portées le premier soulèvement : les fissures sont demeurées ouvertes, les émanations ferrugineuses ont continué, et

la fente a été remplie de minerai.

Je n'ai pas besoin de dire que cette opération a pu se faire à diverses reprises; et que pendant ces intervalles, les courans soumarins ont pu, par leur passage réitéré à travers ces fissures, en polir les parois, et y laisser les traces qui ont été observées par Buffon.

Les mines de fer en grains et en masses plus ou moins considérables, disposées par couches, se trouvent dans presque toutes les contrées de la France, mais sur-tout dans le Berry, le Nivernois, le Languedoc, la Bourgogne, la Franche-Comté, la Champagne, la Lorraine et l'Alsace.

Les couches de minerai sont le plus souvent près de la surface du sol, mais quelquefois aussi à la profondeur de plus de deux cents pieds.

La mine de Rope, dans la Haute-Alsace, fournit un minerai très-pur et rond comme de la grenaille; on le tire à deux cent vingt-cinq pieds de pro-

fondeur. La couche a demi-lieue d'étendue de l'est à l'ouest : elle est dans une roche calcaire à grain fin, dont la cassure est semblable à celle du silex. (*Diétricht, tome 2, p. 45*).

Les mines des environs de Haguenau sont du nombre de celles que Buffon nomme *mines en nappe*, c'est-à-dire, en couches qu'on peut suivre au loin ; elles s'exploitent à ciel ouvert, mais il faut enlever jusqu'à vingt pieds de terrein. On en retire annuellement deux cent soixante mille quintaux de minerai. Celui qui est en grains jaunâtres est sujet à donner un fer cassant à froid. Le minerai à grains rouges donne un fer plus doux.

La mine nommée uhrweiler a deux bancs de minerai ; le premier a quatre pieds d'épaisseur, et se trouve à la profondeur d'environ treize pieds ; le second à vingt-trois pieds. Les couches se succèdent dans l'ordre suivant :

Terre végétale..........	3 pieds.
Argile jaune sablonneuse.	4
Argile bleue............	6
Minerai................	4
Argile bleue...........	3
Argile blanche.........	3
Second banc de minerai..	5

Ce minerai a une forme particulière : ce sont de petites plaques de la grandeur d'un sou : on l'appelle *mine plate.* (*Diétricht, tome 2, p. 291.*)

Dans un rapport fait par Duhamel fils, sur les usines de Béfort et de Chatenois (dans la Haute-Alsace), cet habile inspecteur des mines donne la description des mines de fer de ce canton, qui sont sur le revers oriental des Vosges. Elles se trouvent dans des collines de pierre calcaire très-blanche, très-compacte, et qui a l'apparence siliceuse.

Les couches de minerai suivent l'inclinaison du sol sur lequel elles ont été

déposées : leur extrémité septentrionale se montre au jour ; mais du côté du sud, on creuse jusqu'à cent soixante pieds pour les atteindre. Il y a deux couches l'une sur l'autre, séparées par un banc de pierre calcaire très-blanche. Le minerai est en grains globuleux qui ont, dans la couche supérieure, deux lignes de diamètre, et sont mêlés d'ocre jaune et brune.

Le minerai de la couche inférieure est en grains plus gros, de la nature de l'hématite, et sans aucun mélange de matière étrangère. (*Journal des Mines*, *n*°. *37*.

Le canton de toute la Basse-Alsace qui fournit le plus de mine, est celui de Mietesheim. Il y avoit en 1785 quatre fosses. Celle qu'on nomme la *Fosse profonde*, est en activité depuis près de deux siècles, on l'exploite par puits de 50 à 60 pieds. On traverse les couches suivantes :

Terre végétale et glaise.	18 pieds.
Argile verdâtre........	30
Pierre calcaire.........	2
Argile bleue..........	5
Argile jaune contenant le minerai..........	5

Au-dessous est une couche d'argile blanche, suivie d'une couche de pierre calcaire. (*Diétricht, tome 2, p. 293.*)

En Lorraine, la mine de Saubach, près de Schombourg, est presque à fleur de terre, et présente une singularité remarquable : le minerai forme un banc de vingt à trente pieds d'épaisseur, entièrement composé de géodes plates, du poids d'une à deux livres. Ces géodes contiennent pour la plupart dans leur intérieur une empreinte de poissons.

La Champagne possède d'abondantes couches de mines de fer, et cette circonstance fournit un grand argument aux naturalistes qui pensent que le

gypse des environs de Paris est dû à la décomposition des pyrites. Le fer qu'elles contenoient, disent-ils, a formé les mines de Champagne, et leur soufre converti en acide, et combiné avec la chaux, est venu former la colline de Montmartre.

Rien de plus séduisant, sans doute, au premier coup-d'œil; mais les difficultés se présentent bien vîte.

Cette prétendue décomposition des pyrites se seroit faite, ou pendant le temps que cette contrée étoit couverte par l'Océan, ou depuis sa retraite.

Si elle s'es faite sous l'Océan, il est évident qu'on ne peut plus admettre l'existence d'un lac, dont l'eau saturée de sélénite, auroit déposé les couches de gypse de Montmartre.

Si l'on suppose que la décomposition a eu lieu depuis la retraite de l'Océan, ce seroient donc les eaux fluviatiles qui auroient déposé les couches de minerai de fer, ainsi que les amas du

même minerai qui remplissent ces profondes fissures de la pierre calcaire, qu'on nomme des *sacs*. Mais dans ce cas, le minerai seroit toujours mêlé de matières hétérogènes, comme on l'observe dans tous les dépôts fluviatiles, et notamment dans la colline de Montmartre : et c'est ce qu'on ne voit jamais dans le minerai de fer. Les seuls corps étrangers qu'on y ait trouvés sont des productions marines ; et il étoit tout simple que des émanations sous-marines enveloppassent les coquillages qui se rencontroient dans les lieux où elles se déposoient.

Baillet, inspecteur des mines, dans un excellent Mémoire qu'il a donné sur l'exploitation des mines en amas, a décrit une importante mine de fer qui se trouve près de Poisson (en basse Champagne), et qui présente un fait très-singulier.

C'est une mine en grains, qui s'exploite très-commodément à ciel ou-

vert, même à la profondeur de 150 pieds, attendu qu'elle est encaissée entre les parois verticales des fentes ou excavations qu'ont éprouvées les couches calcaires, et qui ont jusqu'à 50, et même 100 pieds de diamètre.

« On trouve, dit Baillet, dans une » de ces excavations, au milieu du mi- » nerai, un pilier isolé, de forme ar- » rondie, composé de couches calcaires » horizontales semblables à celles de la » montagne. Ce pilier étoit enveloppé » de la masse même du minerai, et l'ex- » traction l'a mis à découvert sur une » hauteur de près de 40 mètres (en- » viron 120 pieds). Son diamètre va » en croissant par le bas : il est de 2 » mètres au sommet, et de 3 à 4 au » niveau du fond actuel de l'exploita- » tion ».

Ce phénomène, tout extraordinaire qu'il paroît, me sembleroit facile à expliquer, d'après l'hypothèse que j'ai exposée ci-dessus. On a vu comment

les fentes se sont formées, et se sont peu à peu remplies de minerai ; quant au pilier, je dirois que c'étoit la portion des couches calcaires qui se trouvoit directement sur le point où se faisoit le plus fort soulèvement, ce qui l'a nécessairement détachée des parties collatérales. Ce rocher, ainsi isolé au milieu d'une grande fissure, a été attaqué par les courans sous-marins, qui agissoient avec d'autant plus de force qu'ils se trouvoient plus resserrés ; et les remouts qu'ils éprouvoient autour de ce rocher, leur faisoient prendre un mouvement circulaire qui a successivement emporté toutes ses parties saillantes, et lui a donné la forme cylindrique qu'on lui voit.

Mines de fer limoneuses.

Les mines de fer limoneuses proprement dites, sont celles qui se forment dans les marais et autres lieux

bas, par les dépôts que font journellement les sources ferrugineuses, dont les eaux n'ayant point d'écoulement, accumulent couche sur couche l'oxide de fer dont elles sont chargées, à mesure qu'elles s'évaporent.

Ces sortes de dépôts contiennent souvent des substances animales, et toujours une très-grande quantité de matières végétales, qui paroissent converties en mine de fer.

Il est assez rare que ce minerai soit de bonne qualité ; il contient communément de l'acide phosphorique qui rend le fer aigre et cassant.

Les Sibériens néanmoins en exploitent pour leur usage, qui paroît totalement composé de végétaux, et qui donne le fer le plus ductile, quoiqu'il soit traité de la façon la plus grossière en apparence, et fondu par petites masses dans une simple forge.

On peut aussi ranger parmi les mines de fer limoneuses, celles qui se trou-

vent en amas ou en couches irrégulières au pied des montagnes à filons ferrugineux, et qui proviennent de la décomposition de ces mêmes filons lorsque ces montagnes étoient encore couvertes par la mer, dont les flots ont accumulé çà et là les débris, et les ont mêlés de graviers et d'autres matières hétérogènes.

Tels sont les vastes dépôts qui se trouvent à la base de la montagne d'Eisen-Ertz, en Stirie. Son sommet est composé de filons, et sa base est couverte de couches à-peu-près horizontales, qui paroissent évidemment formées des débris des filons supérieurs.

Tels sont encore les amas ferrugineux qui règnent tout le long de la base orientale des monts Oural, qu'on exploite par-tout à tranchée ouverte, et qui n'ont jamais plus de quatre à cinq toises de profondeur. Le minerai s'y trouve en grandes masses informes

d'hématite caverneuse, mêlée d'ocre jaune, de sable, de gravier et de galets de toute espèce; l'ocre est toujours très-pauvre; ce sont les parties les plus riches des filons décomposés, qui se sont réunies et consolidées sous la forme d'hématite.

VARIÉTÉS.

Fer natif.

Quoique le fer vierge se présente fort rarement dans la nature, des observateurs très-éclairés, ayant regardé comme incontestables des morceaux trouvés dans différentes contrées de la terre, il semble qu'on ne puisse pas révoquer en doute son existence.

Le savant minéralogiste Schreiber, directeur de la mine d'argent d'Allemont en Dauphiné, possède un morceau de fer natif, qui fut trouvé en 1787 au milieu d'un bloc de mine de

fer brune, qui avoit été tiré à douze pieds de profondeur d'un puissant filon, dont la situation est verticale, et qui coupe la crête la plus haute du Grand-Galbert, montagne qui est à deux lieues d'Allemont, et dont l'élévation est d'environ onze cents toises au-dessus de la mer.

C'est un rognon de dix-huit lignes de longueur, huit de largeur et quatre à cinq d'épaisseur; d'un côté il est solide et se laisse facilement limer; il est d'un gris blanc dans l'intérieur, et il attire l'aimant comme le fer travaillé.

De l'autre côté il se termine par des filets qui laissent vers le milieu du rognon une petite cavité. Ces filets sont malléables et peuvent se rouler sur eux-mêmes. (*Journal de Phys. juillet 1792.*)

Il n'y a aucun minéralogiste qui n'ait vu des échantillons, ou qui n'ait entendu parler de la fameuse masse de fer trouvée en Sibérie sur le sommet

d'une montagne, et dont Pallas a donné la description (*Tom. 4, p. 596*). J'ai vu cette masse à Pétersbourg où elle est actuellement, et je suis convaincu, comme Pallas, qu'elle ne sauroît être l'ouvrage des hommes, ni le produit d'un feu ordinaire; mais je suis loin de penser qu'elle ait été formée de la même manière que les métaux natifs proprement dits.

Cette masse, qui pesoit quarante-deux pouds (environ quatorze quintaux), est d'une forme à-peu-près sphérique, et ressemble à une grosse bombe; elle étoit enveloppée d'une croûte ocracée de deux ou trois lignes d'épaisseur, dont il reste encore des vestiges. Sous cette croûte se trouve un fer aussi beau et aussi malléable que quelque fer que ce puisse être; mais ce qui le rend sur-tout remarquable, c'est qu'il est tout parsemé de globules de deux ou trois lignes de diamètre, d'une substance vitreuse, ver-

dâtre, transparente, et assez dure pour que ses éclats rayent facilement le verre : on n'apperçoit ni bulles ni filamens dans son intérieur. Quand, par l'effet de la percussion, ces globules se détachent des échantillons qu'on enlève de cette masse, ce fer paroît criblé de trous comme une éponge grossière, et il y a pour le moins autant de vide que de plein; en voici l'historique.

En 1749, un forgeron Sibérien découvrit un filon de mine de fer sur le sommet d'une haute montagne, près de la rive droite du fleuve Yenisei, à 54° environ de latitude.

Tout près de ce filon se trouvoit cette masse de fer, sur la surface du sol, et ne tenant absolument à rien.

L'inspecteur des mines de Krasnoiarsk fut reconnoître ce filon, et observa la masse de fer, qui lui causa beaucoup d'étonnement.

Cette masse fut enlevée par le for-

geron qui en avoit fait la découverte, et qui espéroit y trouver un métal précieux, d'après l'opinion où étoient les Tartares du voisinage, que cette masse étoit tombée du ciel.

Elle étoit encore chez ce forgeron en 1772, au passage de Pallas, qui la fit transporter à Pétersbourg ; on en a depuis détaché une multitude d'échantillons qui ont été répandus dans les collections de Minéralogie.

Quant à l'origine de ce fer singulier, il me paroît probable qu'il a été fondu par la foudre. Une portion du filon qui est à découvert sur le sommet de la montagne, a pu se trouver isolée par des veines de quartz, et recevoir toute la décharge d'une nuée électrique.

On sait avec quelle facilité la foudre fond les substances métalliques, même quand elles sont mêlées avec des matières terreuses. Saussure (§. 1153) a fait connoître des rochers granitiques

des plus hautes cimes du Mont-Blanc, qui ont été frappés de la foudre, et qui sont couverts de bulles vitreuses, avec une circonstance remarquable ; ces rochers sont composés de feld-spath, de cornéenne et de schorl. Ces deux dernières substances seules, qui sont très-ferrugineuses, ont été fondues : le feld-spath est demeuré intact, quoiqu'il soit extrêmement fusible au chalumeau ; mais sa nature vitreuse l'a défendu de l'action de la foudre, qui s'est toute portée sur les substances métalliques qui se trouvoient isolées par des lames de feld-spath.

On pourroit tenter une expérience : ce seroit de placer sur le sommet d'une montagne, une masse de mine de fer noir, qu'on isoleroit, et qu'on pourroit armer d'une pointe. Il est probable qu'elle seroit frappée de la foudre, et l'on verroit si son effet a produit quelque chose de semblable à la masse de fer de Sibérie.

Mine de fer noir.

Le fer noir est très-voisin de l'état métallique ; il a souvent même l'apparence du fer travaillé ; il est dur, compacte, et rend 60 à 80 pour cent à la fonte. C'est ce minerai qui compose en grande partie les filons primordiaux, sur-tout dans les pays du nord.

Il est toujours attirable à l'aimant, et souvent il est un aimant lui-même. On ne sait pourquoi il arrive qu'une masse de minerai jouisse de cette propriété, tandis qu'une masse voisine à-peu-près semblable n'en jouit pas : je dis à-peu-près semblable, car on a remarqué que les plus forts aimans de Sibérie, sont ceux qui contiennent des parties lamelleuses tantôt de fer, tantôt de hornblende ou de serpentine : c'est aussi le minerai qui donne le fer le moins doux.

Les belles mines de fer cristallisées

de l'île d'Elbe et de Framont en Alsace, dont les surfaces sont aussi polies, aussi éclatantes que l'acier le mieux travaillé, sont aussi des mines de fer noir, mais un peu plus oxidé: la poussière qu'on en détache avec la lime est un peu rougeâtre; elle est néanmoins en partie attirable à l'aimant.

Le fer spéculaire qui se trouve en lames brillantes sur les laves d'Auvergne, où elles sont posées de champ et forment quelquefois de jolis groupes, peut aussi être rapporté à cette variété; de même que les cristaux de fer octaèdres qu'on trouve dans les roches magnésiènes de Corse, de Suède, et dans d'autres roches primitives.

Mine de fer brune ou hépatique.

Braun eisen-stein, des Allemands.

Cette mine se trouve dans les filons primordiaux, avec la mine noire, dont

elle diffère, en ce qu'elle est moins riche en fer, et nullement attirable à l'aimant.

Elle est d'autant plus caverneuse et mêlée d'ocre, qu'elle se trouve plus près du jour, ainsi que l'a observé le savant Schreiber dans le filon où il a trouvé le fer natif; et je l'ai remarqué de même, dans le filon aurifère de la mine de Bérésof, qui est aussi un filon primordial encaissé dans le même gneiss où courent les veines de plomb rouge.

Je serois porté à penser que cette mine brune n'est autre chose que la mine noire qui s'est chargée d'une plus grande quantité d'oxigène.

Elle est spongieuse dans les parties où elle est exposée à l'action de l'atmosphère, attendu que les molécules les plus disposées à l'oxigénation, ont été converties en ocre et entraînées par les eaux.

Romé de l'Isle pensoit que c'étoient

des pyrites, qui, en perdant leur soufre, passoient à l'état de fer hépatique; mais j'observerai que dans la pyrite, le fer est beaucoup plus oxidé que dans la mine brune compacte; et ce n'est pas la marche ordinaire du fer, de passer d'une plus grande oxidation à une moindre : c'est toujours l'inverse. J'observerai encore que l'oxide de fer n'a pas besoin de la présence du soufre pour prendre des formes cristallines, comme le prouvent les fers d'Elbe, de Framont, et les autres fers spéculaires.

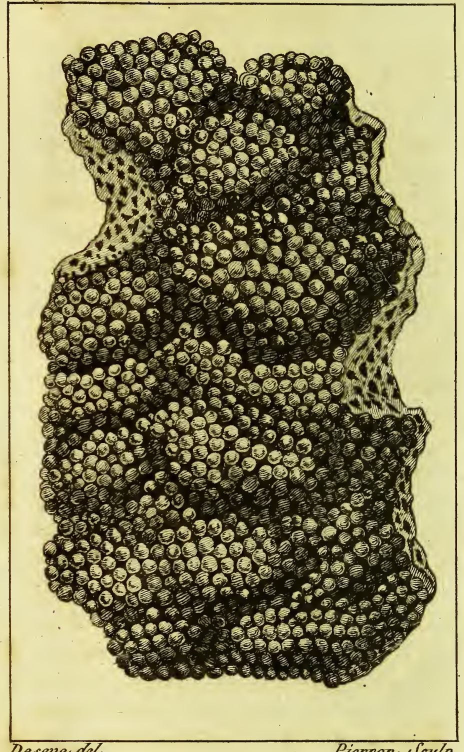
D'ailleurs j'ai rapporté des échantillons de la mine de Bérésof, où les cubes de mine hépatique sont très-durs, très-compactes, et dans une intégrité parfaite, tandis que les pyrites jaunes qui les touchent, tombent dans un genre de décomposition absolument différent : elles deviennent d'une couleur grise livide, et se délitent en fragmens qui tombent d'eux-mêmes, ou

qu'on peut détacher avec la pointe d'un cure-dent.

Enfin les cubes hépatiques les plus compactes, contiennent, suivant l'analyse du laboratoire d'Ekaterinbourg, plus de trois fois autant de fer que la pyrite jaune.

Il y a long-temps que j'ai exposé ces faits dans un de mes mémoires sur les mines de Sibérie (*Journ. de Phys. août 1788, p. 82.*).

Il arrive quelquefois que les cubes hépatiques contiennent des portions de pyrite jaune, mais elle y est étrangère, comme elle l'est dans la masse informe du minerai : c'est un simple mélange, mais non le passage d'un état à l'autre ; les deux substances sont nettement séparées. J'ai vu dans la collection de Pallas, des cubes dont une moitié étoit de fer hépatique, et l'autre moitié de pyrite jaune. La ligne de démarcation étoit parfaitement droite et parallèle aux faces du cube.



Deseve del. *Pierron Sculp.*

HEMATITE BOTRYTE.

Hématite.

L'oxide de fer entraîné par les eaux et déposé dans les cavités et sur les parois des mines, y forme des stalactites mamelonnées, d'une couleur brune, jaune ou rougeâtre; c'est ce qu'on appelle *hématite.*

Comme cet oxide a été dissous par l'acide carbonique, l'hématite qu'il forme a un tissu cristallisé en stries divergentes du centre à la circonférence de chaque mamelon.

Dans les mines de fer qui contiennent beaucoup de manganèse, l'hématite est revêtue d'un vernis noir de la plus grande beauté.

L'hématite la plus remarquable est celle qu'on appelle botryte, c'est-à-dire en raisin. Elle est composée de petits mamelons très-saillans, qui se joignent, qui sont de la même grosseur, et qui, par leur assemblage, imi-

lent quelquefois assez bien une grappe de raisin.

Pyrites.

Sulfure de fer.

Les pyrites sont composées d'oxide de fer, et d'une certaine quantité de soufre; c'est ce qui leur a fait donner le nom de *sulfure de fer.*

Ces deux substances sont combinées dans des proportions très-variables. Suivant Demeste, le soufre s'y trouve depuis 23 jusqu'à 45 p. 100; mais il paroît qu'on peut donner encore plus de latitude à ces variations.

Les pyrites sont très-abondamment répandues dans la nature, et se présentent sous des formes très-différentes.

Les pyrites cubiques se trouvent fréquemment dans les schistes argileux, les ardoises et les filons métalliques: elles sont jaunes dehors et dedans, et

leur surface est tantôt lisse et tantôt striée.

Il y en a d'octaèdres, de rhomboïdales, de dodécaèdres à plans pentagones : Romé de l'Isle en avoit une qui présentoit 72 facettes, qui résultoient de la réunion de deux de ces pyrites dodécaèdres qui s'étoient mutuellement pénétrées.

On trouve une très-grande quantité de pyrites globuleuses dans les couches d'argile, de marne, et sur-tout dans les craies de Champagne où elles ne se décomposent nullement.

Ces pyrites ont, à mes yeux, la même origine que les mines de fer en globules : la seule différence, c'est que les émanations qui ont formé les globules d'hématite ne contenoient que le fer, et celles qui ont formé les pyrites, se trouvoient en même temps sulfureuses.

Ces pyrites sphériques sont tantôt lisses à leur extérieur, et tantôt hé-

rissées de pyramides quadrangulaires qui sont des moitiés d'octaèdres, dont l'autre moitié très-alongée, s'étend, sous la forme de stries convergentes, jusqu'au centre de la boule.

Les glaises des environs de Paris contiennent beaucoup de ces pyrites globuleuses, dont on obtient de la couperose ou sulfate de fer, en les faisant effleurir : pour cela on les calcine et on les mouille. Le soufre se dégage, il se charge d'oxigène, passe à l'état d'acide sulfurique excessivement concentré, qui se combine avec le fer, et par le moyen de la lessive, donne un sel métallique connu sous le nom de *vitriol vert*, *couperose*, ou *sulfate de fer*.

On a fait jouer un grand rôle aux pyrites dans l'histoire des phénomènes géologiques : j'exposerai ailleurs les raisons qui me les font attribuer à d'autres causes.

Mine de fer blanche, ou spathique.

Mine d'acier.

Carbonate de fer.

La mine de fer spathique qui forme des filons souvent considérables, comme ceux d'Alvar en Dauphiné, et d'Eisen-Ertz en Stirie, ressemble pour la forme au spath calcaire, mais elle ne fait que peu ou point d'effervescence avec les acides.

On la trouve aussi cristallisée en rhomboïdes ou en crêtes de coq dans les filons des autres mines.

Cette substance présente un exemple frappant des modifications que peuvent éprouver les minéraux.

On y voit les progressions que suit la nature dans la conversion du spath calcaire en mine de fer, depuis le spath perlé qui en contient à peine quelques centièmes, jusqu'à la mine parfaite-

ment mûre, suivant le langage des mineurs, c'est-à-dire celle qui est à-peu-près un pur oxide de fer.

Cronstedt et Lamétherie regardent cette mine comme un simple spath calcaire ferrugineux; mais cette opinion présente, ce me semble, une grande difficulté; c'est qu'avant d'avoir été exposée à l'air, cette mine est parfaitement blanche, et l'on sait que le fer et ses oxides ne se montrent jamais sous cette couleur.

Je ferai néanmoins à cet égard une observation : il est probable que les métaux ne sont pas des substances simples, puisque le fer paroît se former journellement dans les animaux et dans les plantes; un savant du premier ordre pense même que nous faisons les métaux dans les opérations métallurgiques.

Il seroit donc possible que le fer spathique, dans le sein même de sa mine, contînt seulement la base du fer, qui

deviendroit un oxide de fer complet par l'action de l'atmosphère, qui lui donne successivement, et sous nos yeux, une teinte ferrugineuse.

Quoi qu'il en soit, il paroît qu'il s'y introduit une substance qui chasse graduellement l'acide carbonique et la terre calcaire : quand la mine est mûre, elle ne donne plus d'acier, par le défaut d'acide carbonique : elle donne du fer doux et en plus grande quantité.

Quant à la terre calcaire qui est ainsi expulsée du fer spathique, et qui est singulièrement atténuée et élaborée, c'est elle probablement qui forme ces belles végétations de *flos ferri*, si communes dans les mines de Stirie, et les autres mines de la même espèce.

Ce n'est pas sans motif que ce nom de *flos ferri* fut imaginé par des hommes qui voyoient la nature de près ; ils regardèrent cette substance calcaire qui est remplacée par le fer, comme une fleur qui est remplacée par le fruit.

Chrômate de fer.

L'année dernière (1799) Pontier, minéralogiste instruit et zélé, a découvert à Gassin en Provence, près du golfe de Grimaut, une nouvelle espèce de mine de fer, où ce métal est combiné avec l'acide du chrôme. Cette mine est brune et a l'apparence de la Pechblende. Elle contient suivant l'analyse faite par Vauquelin :

Fer....................	45
Acide de chrôme.......	38
Alumine..............	14
Silice.................	3.

Cette découverte a été annoncée par le Journ. des Min. n°. 54.

Emeril.

Fer quartzeux, Haüy.

L'émeril sembleroit ne devoir pas être compté parmi les mines de fer,

si l'on n'avoit égard qu'à la quantité de ce métal, puisqu'il en contient à peine $\frac{1}{10}$. C'est proprement un grès légèrement ferrugineux, mais dans lequel le fer, suivant l'observation du savant Haüy, se trouve non seulement uni, mais intimement combiné avec le quartz, d'ou résulte une dureté plus grande que celle de ces deux substances séparées.

Cette dureté est telle en effet, qu'elle l'emporte sur celle des gemmes orientales, puisqu'on les taille avec la poudre d'émeril. On s'en sert aussi pour polir les glaces, l'acier, et en général tous les corps durs.

L'émeril se trouve dans diverses contrées : il y en a beaucoup dans les îles de Guernesey et de Jersey, dans des roches quartzeuses, micacées, grenues ; il est en rognons dont la surface est d'une couleur rougeâtre et couverte de mica ; quand il est pulvérisé, il est d'un gris de cendres ; c'est celui

dont on se sert le plus communément.

Le meilleur émeril vient d'Espagne : on le trouve près d'Alcocer en Estramadoure, dans une montagne nommée Larès qui est composée de grès quartzeux. Les rognons d'émeril qu'il contient sont noirs, et ressemblent, suivant Bowles, aux brunissoirs d'hématite ; il ne paroît point grenu, et sa cassure est lisse : on prétend qu'il contient de l'or.

L'émeril du Parmesan se vend dans le commerce, sous le nom d'émeril d'Espagne ; il est intérieurement d'une couleur cendrée, et sa cassure est grenue.

Suivant l'analyse faite par Wiegleb, il contient :

Silice.	95 $\frac{1}{2}$
Oxide de fer.	4 $\frac{1}{2}$
	100.

Plombagine.

Mine de plomb.

Carbure de fer.

La plombagine est la matière dont sont faits les crayons connus sous le nom de *crayons d'Angleterre*. Comme cette matière a une couleur de plomb, et donne aux doigts une teinte métallique, de même que le sulfure de molybdène, on avoit toujours confondu ces deux substances; mais Schéele reconnut qu'elles étoient d'une nature fort différente, et que le sulfure de molybdène contenoit un métal particulier.

D'un autre côté, les Chimistes français ont fait voir par l'analyse et par la synthèse, que la plombagine n'est autre chose qu'une combinaison de $\frac{1}{10}$ de fer avec $\frac{9}{10}$ de charbon, et ils lui ont donné le nom de *carbure de fer*. (*Mém. de l'Acad. des Scienc. 1786.*)

J'ai indiqué dans l'article du *molybdène* les divers moyens de distinguer ces deux substances. Le plus simple est d'en tracer des lignes sur de la faïence : si leur couleur est d'un vert jaunâtre, c'est du sulfure de molybdène : si elles sont grises comme le minéral lui-même, c'est de la plombagine.

Quoique cette substance ait l'apparence du plomb, et que son tissu paroisse à l'œil aussi compacte que celui de ce métal, elle est bien loin d'en avoir la densité : c'est même une des substances minérales les plus légères ; sa pesanteur n'est que deux fois celle de l'eau.

Rien n'est plus rare qu'une mine de belle plombagine : on n'en connoît qu'une seule, c'est celle de Barowdale près des frontières d'Ecosse, dans les plus hautes montagnes du Cumberland, à douze lieues au sud-ouest de Carlille.

Les montagnes des environs sont

composées d'un schiste bleuâtre, et renferment quelques mines de cuivre et de plomb.

C'est sur la pente méridionale d'une de ces montagnes qu'est le filon de plombagine ; il a huit à neuf pieds d'épaisseur, mais la bonne matière se trouve mêlée de beaucoup de mauvaise : elle est ou trop dure ou trop tendre, ou mêlée de parties terreuses, quartzeuses, &c. On travaille quelquefois long-temps infructueusement, et l'on tombe tout-à-coup sur un nid d'excellente plombagine.

Quand Jars visita cette mine en 1765, huit travailleurs n'en avoient extrait, pendant six mois, que pour 1000 liv. sterl.; et dans quarante-huit heures, ils en tirèrent pour une somme trois fois plus forte. Elle fut vendue sur les lieux, 12 schelings (environ 15 francs) la livre. Quand on en a une quantité suffisante pour la consommation, on ferme la mine pen-

dant quelques années, afin d'en soutenir le prix.

Les mines de plombagine commune, quoique fort rares en général, se trouvent dans d'autres contrées : nous en avons en France un filon de quatre pouces d'épaisseur, à Curban sur la Durance, à quatre lieues au sud de Gap. Il se trouve entre deux couches argileuses. (*Fourcroy, Chim. t. 3, p. 298.*)

Picot Lapeyrouse en a découvert dans les Pyrénées, et Saussure dans la vallée de Chamouni.

Tout le monde connoit l'usage qu'on fait de la poussière de plombagine mêlée d'une substance grasse, pour préserver le fer de la rouille, et lui donner un certain lustre.

On l'emploie de la même manière, pour faciliter le mouvement des rouages et des autres corps durs qui éprouvent un frottement mutuel.

CUIVRE.

Les anciens alchimistes, dans leurs ouvrages allégoriques, imaginèrent de donner aux métaux le nom des astres: pour eux, l'or fût le *soleil*, l'argent devint la *lune*; et comme le *cuivre* leur parut être, après l'or et l'argent, le métal le plus parfait, ils le consacrèrent à l'étoile de *Vénus*, et lui imposèrent le nom de cette déesse. Quelques écrivains ont prétendu que le cuivre fut appelé *Vénus*, parce que, sous les plus beaux dehors et les couleurs les plus flatteuses, il renferme un poison délétère; mais les anciens chimistes n'eurent jamais une pareille idée: ils n'avoient en vue que la brillante étoile du soir et du matin, qui est, après le soleil et la lune, le plus bel astre, comme le cuivre est après l'or et l'argent, le plus beau des métaux. Ils ont donné au *fer* le nom de

Mars, parce que cette planète a une couleur rouge, qui la fait paroître teinte de sang, et que le fer ne sert que trop à le répandre. Ils ont nommé le *plomb*, *Saturne*, parce que cette planète est plus éloignée du soleil que toutes les autres, comme le plomb est, de tous les métaux, le plus éloigné de la perfection de l'or. Par la même raison *l'étain* fut appelé *Jupiter*, parce qu'il est un peu plus parfait que le plomb, de même que la planète de *Jupiter* est moins éloignée du soleil que Saturne. *L'hydrargyre*, ou le *vif-argent* fut appelé *Mercure*, parce que la planète de ce nom est si voisine du soleil, qu'elle est comme noyée dans ses rayons, et que les anciens chimistes regardoient ce métal comme très-voisin de l'or, ou plutôt comme un or auquel il ne manquoit que la fixité.

Le cuivre a des propriétés qui le rendent infiniment utile, et tout le monde connoît ses usages multipliés.

L'un des plus importans, est de servir au doublage des vaisseaux : il rend leur marche plus prompte, et sur-tout il les préserve des funestes atteintes des *vers-tarets* qui, dans certains parages, sont tellement multipliés, qu'ils détruisent en peu de temps les navires les plus solides.

Après l'or et l'argent, le cuivre est le métal le plus ductile. Une barre de cuivre couverte d'une feuille de ces métaux, est convertie par la filière et le laminoir, en fils plus fins que des cheveux, et en lames plus minces encore, dont on fait les galons et les broderies de dorure fausse.

Lors même que le cuivre est changé en *laiton* par son alliage avec le zinc, il ne perd point sensiblement sa ductilité; on sait de quelle ténuité peuvent être les fils de laiton, et les feuilles d'*oripeau*, qui ne sont autre chose que du laiton battu.

C'est un double phénomène bien re-

marquable, que le cuivre communique sa ductilité au zinc, qui n'en a presque point, tandis que l'étain, qui en a presque autant que le cuivre, la lui enlève complètement.

Après l'or et le fer, c'est le cuivre qui a le plus de *ténacité :* un fil de ce métal d'un dixième de pouce de diamètre, supporte un poids d'environ 300 liv.

Le cuivre est le métal le plus *sonore :* c'est de cuivre que sont faits les instrumens à vent, dont le son est le plus éclatant. Les cloches et les timbres sont d'un alliage dont le cuivre fait la base. L'argent lui-même ne devient très-sonore, que par son mélange avec le cuivre.

Ce métal est, après le platine et le fer, le plus dur des métaux, et en même temps le plus difficile à fondre; il rougit long-temps avant de devenir fluide.

Quand il est en pleine fusion, il se

volatilise à un certain point, sans changer de nature. On apperçoit au-dessus de la surface du métal fondu, une espèce de vapeur qui s'élève à un pied et plus. Si l'on reçoit cette vapeur sur une pelle de fer, on la retire couverte d'une poussière rouge qui est le métal lui-même en molécules d'une extrême ténuité. J'ai vu des ouvriers fondeurs avaler plus d'une drachme de cette poussière cuivreuse, dans un verre d'eau-de-vie, en disant qu'elle étoit bonne pour les douleurs rhumatismales, et, à ma grande surprise, ils n'en ont point été incommodés.

Le cuivre a une *densité* un peu moindre que celle de l'argent, mais plus grande que celle du fer : sa pesanteur spécifique est de 8867, suivant Bergman.

Ce métal s'allie très-bien avec la plupart des autres métaux : on sait qu'il entre comme alliage dans les matières d'or et d'argent monnoyées, et

dans les pièces d'orfévrerie. Quand il n'y est que dans la proportion d'un dixième, il n'altère pas sensiblement la couleur de l'argent, et il rehausse celle de l'or. Il donne à ces deux métaux plus de corps, plus de fermeté, et les rend susceptibles d'un plus beau travail.

Il s'unit bien avec le fer par la soudure, mais moins bien par la fusion, au moins dans les petites opérations; car il paroît que dans les grands travaux métallurgiques, le fer contenu dans le minerai, se combine fort bien avec le cuivre. J'ai du *laiton* de Sibérie qui attire assez fortement le barreau aimanté, quoiqu'il ne contienne pas la moindre parcelle de fer visible à la loupe. Et il est probable que le fer qui s'y trouve combiné, l'est plutôt avec le cuivre qu'avec le zinc, pour lequel il a très-peu d'affinité.

Le cuivre se combine très-bien avec le régule d'arsenic, et forme un alliage

blanc et fragile : en y ajoutant du zinc, on obtient un métal parfaitement semblable au *cuivre blanc* de la Chine ; mais il y a dans cette opération un tour de main dont on fait un secret. M. Engstroem prétend que le cuivre blanc est un alliage de cuivre, de nickel et de zinc, sans mélange d'arsenic : il a fait quelques essais pour l'imiter, mais il a éprouvé des difficultés. (*Journ. des Min. n°. XI, p. 89.*)

Le cuivre a la plus grande affinité avec le zinc : leur alliage se fait de deux manières, par la fusion et par la cémentation. Lorsqu'on fond ensemble le régule de zinc avec trois ou quatre parties de cuivre, on a un métal d'une belle couleur d'or, mais qui n'a que fort peu de ductilité ; tel est l'*or de Manheim*. Celui qu'on obtient, en faisant cémenter des lames de cuivre avec la calamine ou oxide de zinc natif, mêlé de poudre de charbon, est d'une couleur plus pâle, mais il jouit de la

même ductilité que le cuivre pur; c'est ce qu'on nomme cuivre jaune ou laiton, dont les usages sont si multipliés. Dans cette opération, le cuivre se charge d'un cinquième ou même d'un quart de zinc, qui le garantit en grande partie de la rouille à laquelle il est fort sujet.

Dans l'alliage du cuivre et du zinc, la combinaison de ces deux métaux est si parfaite, que non-seulement ils se pénètrent réciproquement, mais que le cuivre éprouve une condensation considérable ; car, quoique le zinc soit plus léger que le cuivre, leur alliage devient plus pesant que le cuivre pur : le poids d'un pied cube de cuivre fondu est de 545 livres, et un pied cube de laiton en pèse 587.

Quand le cuivre a passé par la filière, un pied cube pèse 621 livres : c'est de tous les métaux celui qui se comprime le plus.

L'alliage du laiton avec une petite

quantité d'étain, forme le *bronze* dont on fait les pièces d'artillerie, les statues, les médailles, &c. Lorsqu'on ajoute au cuivre une quantité d'étain assez considérable pour lui ôter sa ductilité, on a l'airain ou le métal des cloches, où l'étain entre pour un quart.

Le cuivre se combine parfaitement avec l'étain, soit par la fusion, soit par l'étamage : j'ai parlé de cette opération dans l'article de l'étain. Il paroît que ce dernier métal a la propriété d'augmenter considérablement la fusibilité du cuivre, car on en ajoute une petite quantité dans l'étain pour lui donner plus de corps et d'éclat, et il s'y fond très-bien, quoique le degré de feu qu'on fait supporter à l'étain soit certainement bien moindre que celui qui seroit nécessaire pour mettre en fusion le cuivre pur.

Ce métal s'unit assez difficilement au mercure, quand celui-ci est dans

son état ordinaire; mais s'il est dissous dans un acide, et qu'on y trempe une lame de cuivre, le mercure s'y précipite aussi-tôt, et couvre la lame d'une belle couche argentée.

Le cuivre s'unit très-bien au plomb, comme on le voit par les *pains de liquation*, qui sont des gâteaux minces, formés de cuivre tenant un peu d'or ou d'argent, et auquel on mêle une certaine quantité de plomb ; on les expose à une chaleur modérée, le plomb se fond, et entraîne avec lui les métaux fins. C'est un procédé ingénieux, qui a été imaginé pour retirer du cuivre ces métaux, lorsqu'il ne les contient qu'en petite quantité.

La facilité qu'a le cuivre de s'unir aux autres métaux, produisit le fameux *airain de Corinthe*, dont les anciens faisoient tant de cas. On sait que cet airain fut formé par l'alliage fourni de toutes sortes de métaux, dans l'incendie de cette superbe ville,

quand les Romains la brûlèrent. Pline, en parlant des vases qui avoient été faits avec cet airain, deux siècles avant lui, dit qu'ils étoient plus estimés que des vases d'or, non-seulement par la beauté du métal, mais sur tout par la perfection du travail; et il ajoute douloureusement: « Mais dans » ceux qu'on fait aujourd'hui, on ne » sait lequel est le plus méprisable de » l'ouvrage ou de la matière ».

L'air humide attaque le cuivre pur, et le couvre d'une rouille verte, connue sous le nom de *vert-de-gris*.

Le bronze et l'airain éprouvent aussi l'action de l'humidité; mais elle y forme plutôt un vernis qu'une rouille, et ce vernis luisant et d'une couleur olivâtre, est quelquefois si dur, qu'il résiste à la pointe du burin; les antiquaires lui ont donné le nom de *patine*, et ils en font un grand cas, le regardant comme une preuve de l'authenticité de la pièce; mais il y a, dit-on, des bro-

canteurs italiens qui savent fort bien imiter la *patine*, et qui vendent comme *antiques*, des pièces qu'ils ont fabriquées.

Tous les acides dissolvent le cuivre avec plus ou moins de facilité. Avec l'acide du vin, il forme le vert-de-gris du commerce. Pour obtenir cette matière, on emploie les rafles de raisin, qu'on fait passer à la fermentation acide, et auxquelles on expose des lames de cuivre qui se couvrent de rouille verte au bout de quelques jours, et qu'on ratisse à diverses reprises. Il y en a des manufactures considérables à Montpellier et aux environs.

Le vert-de-gris est employé dans la teinture, sur-tout pour le noir des chapeliers, et dans la peinture à l'huile, pour toutes les nuances de vert.

Le cuivre même, réduit en limaille, est employé pour colorer en vert les beaux *chagrins* du Levant, dont j'ai

indiqué la préparation (*Journ de Phys. Août 1791*).

L'ammoniaque ou alkali volatil, dissout le cuivre, et la dissolution a une couleur bleue de la plus grande beauté.

Cette propriété de l'alkali volatil en fait un réactif très-sûr, pour reconnoître la présence du cuivre dans les fluides, et même dans les substances terreuses.

Pour extraire le cuivre de son minerai, on emploie deux procédés ; la fusion et la cémentation : le premier est le plus usité.

On fait d'abord griller le minerai pour le débarrasser de la plus grande partie du soufre qu'il contient ; on le fond ensuite plusieurs fois dans un fourneau à manche ou dans un haut-fourneau. On n'obtient dans les premières fontes qu'une espèce de scorie qu'on appelle *matte;* après d'autres opérations, on a le *cuivre noir*, et enfin le cuivre pur ou *cuivre de rosette*, ainsi

nommé, parce qu'on le retire du fourneau de raffinage en pains ronds d'un pouce d'épaisseur et d'un pied de diamètre, qui portent le nom de *rosettes*.

Quand le minerai ne consiste qu'en pyrites très-pauvres en cuivre, on emploie pour l'obtenir la voie de la *cémentation*. Après le grillage du minerai, on le mouille pour qu'il s'échauffe et s'effleurisse, et on le lessive jusqu'à ce que l'eau soit saturée ou du moins très-chargée de sulfate, ou vitriol de cuivre. On jette ensuite dans cette eau des plaques de fer, ou même de vieille ferraille, que l'acide sulfurique dissout, et il dépose en même temps le cuivre qu'il tenoit en dissolution. Ce cuivre est en poussière, ou en petites croûtes qui se sont formées à la surface des morceaux de fer; il est très-pur, et il suffit de le fondre pour le mettre dans le commerce.

On emploie le même moyen pour obtenir le cuivre naturellement con-

tenu dans les eaux de sources, qui en traversant des filons de cuivre pyriteux, se chargent de molécules cuivreuses. Une partie du cuivre de S. Bel près de Lyon, est due à des eaux de cette nature, d'où on le retire par la voie de la cémentation.

Mines de cuivre.

Presque toutes les contrées de la terre ont des mines de cuivre; mais le plus souvent elles sont pauvres, et méritent à peine l'exploitation.

Les pays qui possèdent les mines les plus abondantes, sont la Suède, l'Angleterre, la Sibérie, la Hongrie, la Hesse.

Il vient aussi une assez grande quantité de cuivre de la Chine, du Japon, des côtes de Barbarie, du Mexique et du Chili; mais nous n'avons pas de renseignemens précis sur les mines qui le fournissent.

La France a des filons de cuivre dans plusieurs parties des Vosges; les mines de Baigorry dans les Pyrénées occidentales, donnoient avant 1770, jusqu'à 2500 quintaux de cuivre par an; mais elles sont à-peu-près épuisées, à moins qu'on n'y découvre de nouveaux filons. Le Languedoc a aussi quelques mines de cuivre.

Mais les seules dont le produit soit véritablement important, sont celles de Chessy et de S. Bel, à six lieues au nord-ouest de Lyon; elles rendent annuellement jusqu'à trois milles quintaux de cuivre; mais ce n'est que la vingtième partie de celui qui se consomme en France; elle reçoit le surplus par la voie du commerce. (*Journ. des Min.* n°. 1.)

Les mines de cuivre se trouvent dans trois états différens: 1°. en filons dans les montagnes primitives, où leur situation est plus ou moins verticale.

2°. Dans des couches secondaires composées d'ardoise noirâtre, friable,

qui contient souvent des empreintes de poissons de mer.

3°. Dans des dépôts limoneux, de formation tertiaire, et qui contiennent des débris végétaux.

Les filons des montagnes primitives, lorsqu'ils sont composés de pyrite en masse, comme c'est l'ordinaire, suivent la même règle que les filons de mines de fer que Buffon appelle *primordiaux* : ils sont parallèles aux autres couches de la roche ; et cela doit être, puisqu'ils ne sont en effet que des couches de mines de fer, auxquelles s'est jointe une petite portion de cuivre. Ce dernier métal n'y entre qu'à raison de 2 ou 3 pour cent, et le fer y est souvent pour 25 ou 30.

L'un des plus puissans filons que l'on connoisse en ce genre, est celui de Fahlun en Suède.

Mine de Fahlun.

Cette mine, appelée aussi *Coperberg* (c'est-à-dire mine de cuivre), est dans la Dalécarlie, à 30 lieues au nord-ouest de Stockholm ; son exploitation remonte à une époque antérieure à l'ère vulgaire.

Les filons sont dans un large vallon, dirigé du nord-ouest au sud-est à la base méridionale d'une colline dont la pente insensible va se perdre dans un lac voisin.

On donne le nom d'*Ertz-Geburge* ou *pays de mines*, à un espace de cinq lieues de longueur sur 2 ½ de large, dont ces filons occupent le milieu.

Cet espace est environné de granit rougeâtre dont le grain s'atténue de plus en plus, à mesure qu'il se rapproche de ce point central ; et il finit par se changer en une roche micacée qui se délite en fragmens rhomboïdaux.

La mine offre, sur une étendue de 1200 pieds de long et plus de 700 de large, une masse énorme de pyrite martiale et cuivreuse ; elle est dans une situation verticale, dirigée du nord-ouest au sud-est, comme le vallon, et encaissée dans un schiste stéatiteux, qui peut être pris pour le toit ou pour le mur indifféremment. C'est de part et d'autre de la masse, contre ce schiste, que se trouve la pyrite cuivreuse : dans le milieu de la masse, elle est purement martiale ; cette partie centrale est d'ailleurs partagée suivant sa longueur par des veines de la roche même.

A l'ouest de cette grande masse, on exploite trois autres filons qui pourroient être regardés comme n'en formant qu'un seul ; ils ne sont séparés l'un de l'autre que par des cloisons minces de la roche micacée dont il a été parlé ci-dessus.

Ces filons sont remarquables par leur

situation; ils décrivent un demi-cercle, et embrassent la grande masse de minerai.

Il existe sur cette masse principale une ouverture d'une grandeur prodigieuse; elle a 840 pieds de long, 720 de large, et 240 de profondeur; elle a été formée par un éboulement qui arriva en 1687, à la suite d'immenses travaux faits d'une manière inconsidérée.

On descend dans cette vaste fosse par des marches taillées dans la roche; et de là on parvient, par une espèce de galerie très-inclinée, et ensuite par des échelles, jusqu'aux travaux les plus profonds qui sont à 960 pieds perpendiculaires au-dessous de la surface du sol.

La quantité de minerai qu'on tire de cette mine, est immense; car quoiqu'il ne rende que 2 à 2 $\frac{1}{2}$ pour cent, le produit total monte annuellement à 15 ou 18 mille quintaux de cuivre de

rosette. Il alloit autrefois jusqu'à cent mille quintaux.

Jars décrit encore deux autres mines de Suède qui sont importantes, et qui offrent des circonstances géologiques remarquables.

Celle de Garpenberg à 18 lieues de Fahlun, est composée de 14 filons verticaux, tous parallèles les uns aux autres. Ils sont dans un schiste quartzeux micacé, dont les couches sont elles-même parallèles aux filons; ceux-ci ont depuis un jusqu'à plusieurs pieds d'épaisseur, et ils sont presque toujours divisés suivant leur longueur par la même espèce de roche qui compose le toit et le mur.

La mine de Nyakoperberg en Néricie, est à vingt lieues à l'ouest de Stockholm, dans une montagne qui n'a que 30 toises d'élévation, et qui s'étend du nord-ouest au sud-est. « Sur son penchant sud-ouest, elle » renferme nombre de filons parallèles

» qui ont leur direction du nord-ouest
» au sud-est (comme ceux de Fahlun) ».
Et ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que ces filons ont la forme d'un prisme quadrangulaire.

« On trouve, dit Jars, plusieurs de
» ces prismes, dans la même direction,
» qui ressortent au jour, et qui sont
» également inclinés et couchés, com-
» me s'ils étoient les uns sur les autres,
» mais qui sont séparés par des parties
» de rocher. On pourroit les considé-
» rer comme le même filon, qui ne
» produit du minerai que dans cet in-
» tervalle (quadrangulaire), ou *comme*
» *autant de filons sous une forme pris-*
» *matique* » (tom. 3, pag. 63).

Ce phénomène, tout singulier qu'il paroît, n'est pas, à beaucoup près, le seul qu'il y ait de la même nature.

Mines de cuivre de Hesse.

Ces mines sont dans une couche secondaire de schiste marneux bitumi-

neux qui n'a que quatre à huit pouces d'épaisseur; mais sa vaste étendue la rend importante.

Elle se trouve à une profondeur d'environ 200 pieds; elle est surmontée par plusieurs couches de différente nature. Ces couches se succèdent dans l'ordre suivant :

Terre végétale.......	6 à 12 pieds.
Banc de pierre calcaire blanchâtre........	36 à 48
Argile bleue veinée de gypse.....	48 à 60
Pierre calcaire bleue..	48 à 54
Couches de gypse mêlées de couches d'argile..............	42 à 48
Pierre puante........	6 à 9
Pierre calcaire à grain terreux..........	12 à 21
Schiste noir pyriteux, servant de toit au schiste cuivreux...	2

Couche métallifère, dont l'épaisseur est de 4 à 8 pouces.

Ce schiste contient de la pyrite cuivreuse, quelquefois de la mine de cuivre vitreuse, de l'oxide rouge de cuivre, &c.

Il offre souvent des empreintes de poissons, et le minerai est d'autant plus riche, que les empreintes sont plus fréquentes.

On en voit quelques-unes dans le schiste pyriteux qui forme le *toit*, et même dans la couche calcaire qui est au-dessus, mais rarement.

On a observé que les mêmes espèces de poissons se trouvent réunies et séparées des autres espèces.

Sous le schiste cuivreux est une petite couche de sable de deux pouces, qui est également imprégnée de cuivre.

Vient ensuite un grès rougeâtre, dur et grossier, espèce de poudingue,

qui sert de base à tout le reste, et dont on ignore l'épaisseur.

Toutes les couches se dirigent de l'est à l'ouest, et s'inclinent au sud, d'une toise sur 8 ou 10. Elles sont coupées par des filons verticaux accompagnés de salbandes régulières. La plupart ne contiennent que du spath pesant, du quartz et du spath calcaire; d'autres contiennent du cobalt, mais seulement dans la profondeur.

Le schiste cuivreux ne contient que 2 à 3 pour cent de cuivre; mais c'est un de ceux qui fait le meilleur laiton.

La mine de Riegelsdorff, qui est la plus considérable, rend annuellement 2500 quintaux de cuivre de rosette.

Celle de Frankenberg près de Cassel, et celle de Bieber dans le comté de Hanau, en rendent 7 à 800 quintaux. Elles contiennent un peu d'argent. (*Journ. des Min. n°. XXVII.*)

Les mines d'Eisleben dans le comté de Mansfeld, et celles du duché de

Magdebourg, sont absolument semblables à celles de la Hesse : c'est la continuation des mêmes couches.

Les mines de cuivre dont le produit est le plus considérable, sont celles d'Angleterre.

Mines d'Angleterre.

Dans la province de Cornouaille, les filons de cuivre accompagnent souvent ceux d'étain ; ils sont de même dirigés de l'est à l'ouest, et dans une situation plus ou moins verticale.

Les environs de Redruth sont la partie la plus riche en mines de cuivre ; on y exploite un grand nombre de filons parallèles les uns aux autres, dont quelques-uns ont quatre à cinq pieds d'épaisseur, et s'étendent en profondeur jusqu'à 3 à 400 pieds, toujours avec la même puissance et la même richesse.

Le minerai consiste en mine jaune ou pyrite cuivreuse, et quelque peu de

cuivre vitreux. On y trouve aussi du cuivre natif, et ce qui peut paroître singulier, c'est qu'il se rencontre toujours dans les parties du filon les plus pauvres et près du jour.

Suivant Price, le minerai de cette province ne rend que 2 p. $\frac{0}{0}$, mais suivant les journaux allemands, il rendoit en 1792, 12 p. $\frac{0}{0}$, et le produit fut de 84 mille quintaux de cuivre.

Une des plus riches mines que l'on connoisse, est celle de l'île d'Anglesey sur la côte du Carnarvan dans le canal de S. George. Pennant en a donné la description : elle est dans les montagnes de Trysclwin, environnée de hauteurs escarpées qui offrent d'énormes blocs d'une roche quartzeuse blanche et grossière. C'est au fond de cette enceinte que se trouve la couche de minerai : elle fut découverte en 1768, à sept pieds de profondeur; elle a 66 pieds d'épaisseur, et l'on ne connoît pas toute son étendue.

Le minerai est une pyrite cuivreuse en masse, d'un jaune verdâtre ; on l'exploite comme on tire les pierres d'une carrière. Le produit va, dit-on à 60 mille quintaux de cuivre par an. (*Journ. des Min. n°. XVI.*)

Il paroît que cette couche de minerai fait partie d'une montagne primitive comme celle d'Allagne décrite par Saussure (§. 2161), et dont j'ai parlé ci-devant (*tom. IV, p. 16*).

Ch. Coquebert, qui a fait de très-belles observations géologiques sur la ressemblance des côtes d'Angleterre avec celles des continens voisins, nous apprend que les montagnes du comté de Wicklow, sur la côte orientale d'Irlande, sont de la même nature que celles du Carnarvan et de l'île d'Anglesey, qui sont à 25 ou 30 lieues au nord-est, de l'autre côté du canal de S. George. C'est dans des montagnes composées de roche-de-corne et de schiste argileux, ou de bancs alterna-

tifs de pétrosilex et de stéatite, que se trouvent les filons de cuivre de cette contrée. On les a reconnus sur une étendue de plus de 7000 toises du nord-est au sud-ouest; et le plus considérable se dirige de l'est nord-est à l'ouest sud-ouest. Sa puissance est de six à dix brasses : sa gangue est un schiste tendre et lamelleux, ou une argile blanche, jaune ou noire. Le minerai est une pyrite en masse, dont le produit varie depuis un jusqu'à 10 p. $\frac{o}{o}$. Il y a deux exploitations principales; celle qui est appelée *Cornebane*, rendit en 1791 environ 14 mille quintaux de minerai, dont les $\frac{5}{6}$ étoient de mine jaune, qui rend 6 p. $\frac{o}{o}$. (*Journ. des Min. n°. XVI, p. 77.*)

J'observerai, relativement à la direction de ces filons, qu'elle est précisément dans la ligne qui passe de l'île d'Anglesey à Wicklow; et comme ces filons font évidemment partie intégrante des couches primitives d'Ir-

lande, qui paroissent être elles-mêmes une prolongation de celles d'Anglesey, il est probable que ce sont les mêmes filons qui se prolongent par-dessous la mer, d'une contrée à l'autre.

Ferber, qui connoissoit si bien le règne minéral, avoit eu la même opinion à l'égard des filons de fer de la Toscane, qu'il regardoit comme une prolongation de ceux de l'île d'Elbe.

Les filons de cette nature peuvent, comme les couches primitives elles-mêmes, s'étendre à des distances immenses.

Mines de Sibérie.

Les mines d'Europe dont j'ai parlé, n'ont presque pas d'autre minerai que la pyrite cuivreuse : celles de Sibérie, au contraire, n'en contiennent presque point du tout. Ce sont, en général, des matières argileuses pénétrées d'oxide rouge de cuivre, mêlées de

bleu et de vert de montagne et de mine grise vitreuse.

Les deux principales exploitations sont dans les monts Oural ; l'une porte le nom de Goumechefski, elle est à douze ou quinze lieues au sud-ouest d'Ekaterinbourg, dans la partie centrale de la chaîne. L'autre comprend les trois mines appelées Tourinski, du nom de la rivière Touria, à cent et quelques lieues au nord de la même ville.

La mine de Goumechefski est célèbre par ses malachites : c'est, de toutes les mines connues, celle qui a fourni les plus beaux morceaux en ce genre ; mais ce n'est que dans les anciens travaux qu'on les a trouvés ; quand je l'ai visitée, elle n'en donnoit presque plus.

Cette mine est dans une espèce de plaine, au bord d'un lac, et tout entourée de montagnes primitives.

Le filon est dans une situation à-peu-près verticale : il a pour *mur* un banc

de marbre blanc primitif de cinq à six toises d'épaisseur, qui est dirigé du nord au sud, comme la chaîne des monts Oural.

Le minerai ne s'étend en profondeur qu'à 20 ou 25 toises : il consiste en argiles diversement colorées, et d'autant plus riches, qu'elles sont plus voisines du *mur*. C'est-là qu'on trouve une argile parsemée de cuivre natif en grains, et même en rognons de la grosseur du poing, avec des nids de cuivre vitreux, et des fissures tapissées de croûtes de malachites et de mamelons de cuivre soyeux.

La longueur de ce filon est d'environ 200 toises; son épaisseur varie depuis une toise jusqu'à dix et même davantage : le *toit* est un schiste argileux tellement décomposé, que souvent il se confond avec les argiles du filon.

Le minerai n'étant susceptible ni de triage ni de lavage, à cause du cuivre soyeux qui s'y trouve disséminé, ne

rend qu'environ 3 à 4 p. $\frac{o}{o}$: le produit total est de 4000 quintaux de cuivre par an.

En 1786, on travailloit dans une nouvelle galerie à peu de profondeur, où le minerai étoit composé d'un gravier ferrugineux qui avoit été évidemment roulé; il étoit mêlé d'argile et de sable, mais sans aucun vestige de corps organisé. Les parties métalliques consistoient principalement en petites veines de malachite.

Les mines de la Touria sont à 60 degrés de latitude, sur la base orientale de la chaîne des monts Oural qui, dans cette partie, fait un coude, en s'avançant à l'est, par une longue traînée de petites collines.

Les trois mines sont éloignées l'une de l'autre d'une demi-lieue, et leur filon décrit une courbe qui embrasse cette espèce de promontoire.

La roche des collines est un porphyre tendre à base de cornéenne,

d'une couleur olivâtre ; à cette roche succède un schiste argileux, contre lequel est appuyé un banc très-épais et presque vertical, de marbre blanc à gros grains, qui sert de *mur* au filon.

Le *toit* est un autre banc de marbre blanc ou grisâtre, assez semblable à celui qui sert de *mur*.

Le filon a jusqu'à quatre toises de puissance, et ne s'étend en profondeur qu'à 20 ou 25 toises, comme celui de Goumechefski. Il est divisé, suivant sa longueur, par un banc de roche sauvage, espèce de trapp, tantôt dur et tantôt décomposé.

La salbande du côté du *toit* est une ocre de couleur brune ; celle du côté du *mur* est une argile durcie, jaunâtre, dans laquelle on trouve de superbe cuivre natif en végétation ; souvent il pénètre dans le marbre même, et s'y trouve absolument enveloppé.

Le minerai est argileux comme à

Goumechefski, mais il est incomparablement plus riche, et l'on ne sauroit en voir de plus beau : il est tout parsemé de veines de stéatite verte et bleue, d'oxide rouge de cuivre, de fragmens de malachite et de cuivre soyeux, de rognons quelquefois très-volumineux de mine de cuivre vitreuse grise, qui contient jusqu'à 90 livres de cuivre au quintal, et enfin l'on y rencontre assez fréquemment des blocs de cuivre natif.

Ce minerai rend en général 18 à 20 pour cent; et le produit total est de vingt mille quintaux de cuivre par an.

Sur le revers occidental de la chaîne des monts Oural, il règne un vaste dépôt sablonneux et argileux mêlé de débris de végétaux et d'oxide de cuivre vert et bleu. Comme ce minerai cuivreux se trouve principalement vis-à-vis des vallées transversales de la chaîne, dans les parties qui correspondent

aux mines de la Touria et de Goumechefski, il paroît que ce sont les courans généraux de l'océan de l'est à l'ouest, qui ont amené là ces débris des filons cuivreux de la partie orientale.

Ce dépôt sablonneux contient des tronçons de palmier et de bambou; on y trouve des arbres presque entiers. On voit dans le muséum de Pétersbourg deux troncs d'arbres très-volumineux, avec le commencement de leurs racines, qui sont convertis en minerai cuivreux.

Il y a en Sibérie quelques autres mines de cuivre, notamment celle de Loktefski dans l'Altaï, entre l'Ob et l'Irtiche; elle est adossée à des collines de porphyre comme celle de la Touria; le minerai est également argileux, et il y a beaucoup de cuivre natif disséminé dans une marne blanchâtre. Le produit annuel est de trois mille quintaux de cuivre. J'ai donné

une notice de ces différentes mines (*Journ. de phys. Août 1788, p. 83*).

La Daourie a aussi quelques mines de cuivre, mais peu importantes, Ce métal se trouve également dans la presqu'île de Kamtchatka; et sur ses côtes orientales, il y a une île qui porte le nom d'île de cuivre, parce qu'on y a trouvé une grande quantité de cuivre natif: j'en ai un échantillon qui paroît avoir été roulé par les eaux.

VARIÉTÉS.

Le minerai de cuivre se présente sous des formes très-variées: j'indiquerai les plus remarquables.

Cuivre natif.

On le trouve, soit en feuillets dans les fissures du minerai, soit en grains ou en rognons mamelonés, disséminés dans des matières argileuses ou ocra-

cées; on en voit plus ou moins dans presque toutes les mines, entre autres dans celles de Sibérie, et principalement dans celles de la Touria, où il est incomparablement le plus beau. Il forme des végétations composées de cubes et d'octaèdres de 2 à 3 lignes de diamètre, implantés les uns sur les autres : les rameaux ont jusqu'à 5 à 6 pouces de longueur. Quelques échantillons ont la couleur et le brillant de l'or le mieux poli : le propriétaire, M. Pokhodiachinn, me fit présent de plusieurs échantillons de cette variété, qui sont d'une rare beauté ; et depuis quinze ans que je les ai, ils ont conservé presque tout leur éclat. Ces végétations sont absolument empâtées dans le marbre blanc et il faut de l'adresse et beaucoup de patience pour parvenir à les en dégager.



Deseve del. Le Villain Sculp.

CUIVRE NATIF DE SIBÉRIE.

Oxide rouge de cuivre.

Mine de cuivre vitreuse rouge.

Cet oxide se trouve, ou sous une forme pulvérulente couleur de cinabre, ou en filets transparens diversement groupés, auxquels on donne le nom de *fleurs rouges de cuivre ;* ou en masses compactes d'un rouge obscur ; ou enfin cristallisé, soit en cubes, soit en octaèdres, qui sont quelquefois transparens comme des rubis ; on les trouve dans les mines de Moldava en Hongrie. J'en ai d'octaèdres, qui viennent des mines de la Touria ; ils ont jusqu'à trois lignes de diamètre, ce qui est rare. J'en ai vu un dans la collection du propriétaire de ces mines, qui avoit cinq lignes d'un angle à l'autre ; c'est le seul de ce volume que je connoisse.

On trouve dans les anciens déblais de la mine de Nikolaefski près de l'Irtiche, des cristaux isolés octaèdres,

presque opaques, revêtus d'une couche d'oxide vert; on les prenoit autrefois pour de la malachite cristallisée ; mais l'intérieur est de l'oxide rouge de cuivre. Ces cristaux ont rarement plus de deux lignes de diamètre, et sont devenus fort rares. J'en fis chercher pendant plusieurs jours, et j'en obtins à peine deux onces, la plupart irréguliers. Les arètes des pyramides sont saillantes, mais les faces sont incomplètes; c'est ce qui arrive fréquemment aux cristaux qui se forment dans des matières terreuses. Dans le nombre de ces cristaux, il s'en est trouvé un parfaitement cubique.

Oxide bleu de cuivre.

Bleu de montagne.

Azur de cuivre.

Quand l'oxide bleu de cuivre se trouve sous forme terreuse, on lui

donne le nom de *bleu de montagne* : quand il est cristallisé, on l'appelle *azur de cuivre*, ou mine azurée.

Ses cristaux ont ordinairement la forme d'un prisme rhomboïdal. On le trouve quelquefois en globules isolés ou groupés, qui sont intérieurement striés du centre à la circonférence. La mine d'argent de Zméof en Sibérie, présente cette variété ; on en trouve une à-peu-près semblable dans la mine de Moldava en Hongrie, où le bleu de montagne est en stalactites mamelonnées. Il y en a d'assez solides pour recevoir un beau poli : c'est le minéral auquel convient le mieux, suivant Deborn, le nom de *pierre d'Arménie*.

La mine de Kleopinski dans les monts Altaï, a fourni de superbes échantillons de cristaux d'azur : j'en ai d'un pouce de longueur, qui sont revêtus d'une enveloppe d'oxide vert. J'ai aussi d'autres échantillons où l'oxide vert se trouve entre deux cou-

ches d'oxide bleu : il n'y a point de transition de l'un à l'autre ; les couleurs sont nettement tranchées.

Pelletier a reconnu que l'oxide bleu contient moins d'oxigène que d'oxide vert, et qu'il est combiné avec l'acide carbonique ; cette mine donne environ 70 p. $\frac{0}{0}$ de cuivre pur.

Oxide vert de cuivre.

Vert de montagne.

Malachite.

Cuivre soyeux.

L'oxide vert de cuivre, terreux ou en masses informes, est le vert-de-montagne ; en stalactites mamelonnées, c'est la *malachite ;* en fibres déliées brillantes, réunies en faisceaux divergens, c'est le *cuivre soyeux.*

Il paroît que l'oxide vert de cuivre ne cristallise pas sous une forme régulière, mais seulement en filets plus

ou moins alongés; ils sont quelquefois légèrement contournés et forment des espèces de dendrites comme les ondes d'une étoffe moirée : j'en ai vu aux mines de la Touria qui tapissoient en entier des blocs de mine de cuivre vitreuse grise de plus d'un pied de diamètre; c'étoit tout ce qu'on pouvoit voir de plus beau. Il y en a à Paris des échantillons dans la collection de Le Camus.

La malachite forme un des plus beaux ornemens des cabinets de minéralogie : c'est une stalactite solide, de couleur vert-d'émeraude mêlé de zônes d'une teinte plus claire. Sa couleur agréable, et le poli dont elle est susceptible, la rendent propre à toute sorte de bijouterie. Il est rare d'en trouver des morceaux de plusieurs pouces de diamètre sans défaut. Le plus beau qui existe peut-être, est celui que j'ai vu dans le cabinet du docteur Guthrie, à Pétersbourg : il avoit 32 pouces de

long, 17 de large et deux d'épaisseur : on l'estimoit au moins 20000 francs. Le docteur Guthrie l'avoit reçu à la mort de M. de Lanskoï, dont il étoit le médecin.

La malachite, ainsi que les autres oxides verts de cuivre, contiennent environ 67 p. $\frac{0}{0}$ de cuivre pur. Pelletier y a reconnu la présence de l'acide carbonique, avec plus d'oxigène que dans l'azur.

L'oxide vert de cuivre se trouve quelquefois combiné avec l'oxide de zinc, et l'on peut dire alors que c'est une mine de laiton. J'en ai rapporté des échantillons de plusieurs mines des monts Altaï et de la Daourie. Les uns sont en mamelons, les autres, en petits prismes de deux ou trois lignes de longueur, dont la cristallisation est mal prononcée : les uns et les autres sont demi transparens, chatoyans, et de couleur verte.

Sable vert du Pérou.

Le sable vert rapporté du Pérou par Dombey, qu'on avoit regardé comme un muriate de cuivre, a été reconnu par Vauquelin pour être du cuivre *sur-oxigéné*, auquel le muriate de soude (sel marin) se trouve joint accidentellement. (*Haüy, extrait, p. 178.*)

Mine de cuivre grise vitreuse.

Sulfure de cuivre.

Ce minerai compacte et d'une couleur grise de plomb, est un des plus riches en cuivre; suivant Deborn, il en contient 90 p. $\frac{0}{0}$ et n'est composé d'autre chose que d'un dixième de soufre, joint à $\frac{9}{10}$ de cuivre. Si cela est, c'est un phénomène bien remarquable, de voir une si petite quantité de soufre, changer si prodigieusement les propriétés les plus apparentes du cuivre : il

lui enlève complètement sa couleur et sa ductilité; il réduit presque à la moitié sa pesanteur spécifique; et d'un métal dont la fusion exige un feu violent, il fait une substance qui fond à la flamme d'une bougie.

Il paroît que ce cuivre sulfuré est toujours en masses informes, et ne se trouve jamais cristallisé.

Cette mine contient presque toujours une petite quantité d'argent, ce qui paroît la rapprocher de l'espèce suivante.

Mine de cuivre grise.

Falh-ertz.

La mine de cuivre grise a la couleur du métal des cloches; elle diffère de la mine de cuivre grise vitreuse, en ce qu'elle contient plusieurs autres substances, notamment le fer, l'arsenic, l'antimoine, l'argent, &c. C'est la présence de ce dernier métal qui lui

a fait donner le nom de mine d'argent grise, quoique l'argent y soit quelquefois en très-petite quantité.

Les proportions des ingrédiens de ce minerai sont très-variables, et à l'exception du cuivre, du soufre et du fer, il arrive que les autres substances disparoissent totalement.

Le fahl-ertz peut être considéré comme intermédiaire entre le cuivre vitreux et la pyrite cuivreuse : il contient moins de cuivre que le premier, et moins de fer que la pyrite. Ces différentes substances se trouvent quelquefois confondues dans le même morceau.

Le fahl-ertz cristallise en tétraèdres comme la pyrite cuivreuse : la mine de Baigorry a fourni de superbes échantillons de cette mine cristallisée : ce n'est pas par-tout qu'on le trouve sous cette forme régulière ; la mine d'argent de Zméof en Sibérie contient beaucoup de fahl-ertz ; mais je ne l'ai

jamais vu cristallisé que sur un morceau que je me suis procuré, et les cristaux n'ont pas une ligne de diamètre.

Deborn observe que toute mine de cuivre grise qui contient de l'arsenic et du fer, contient aussi de l'argent; et que celles où se trouve l'antimoine, contiennent toujours du mercure.

Pyrite cuivreuse.

Mine jaune de cuivre.

La pyrite cuivreuse forme, comme on l'a vu, de vastes couches parallèles à celles des roches primitives, de la même manière que les filons de mine de fer. Aussi ces couches cuivreuses ne sont-elles en effet que des mines de fer contenant du cuivre; mais comme on les exploite pour ce dernier métal, on leur en a donné le nom.

La couleur de la pyrite cuivreuse offre des gradations de nuances qui in-

Du Cabinet de Besson.



Desève del. *Le Villain Sculp.*

CUIVRE PYRITEUX EN DENDRITES DE GROSS-CAMSDORF EN THURINGE.

diquent son degré de richesse : elle est ou d'un jaune pâle, et alors elle diffère peu de la simple pyrite ferrugineuse, ou d'un jaune d'or, ou d'un jaune verdâtre; cette dernière est la plus riche, et rend jusqu'à 12 p. $\frac{0}{0}$ de cuivre, mais le cas est assez rare.

Le cuivre pyriteux cristallise, suivant l'observation du savant Haüy, soit en tétraèdres comme le cuivre gris (ou fahl-ertz), soit en octaèdres comme la pyrite ferrugineuse. (*Extrait, p. 170.*)

La pyrite cuivreuse prend quelquefois des teintes bleues, vertes, très-éclatantes, et dont le mélange, avec sa couleur jaune, fait un joli effet : on le nomme alors mine de cuivre, *queue de paon*, ou *gorge de pigeon*.

Il arrive, mais assez rarement, que cette variété est sous la forme de dendrites dans la gangue du filon, et quand cette gangue est susceptible de poli, elle fournit de superbes morceaux de

cabinet, comme ceux de la mine de Groscamsdorf en Thuringe, qui sont dans du fer-spathique.

Arséniate de cuivre.

Deborn nous apprend que Klaproth a reconnu qu'un minerai de cuivre cristallisé en pyramides tétraèdres alongées et très minces, étoit une combinaison d'oxide de cuivre et d'acide arsénique.

Le Muséum du Jardin des Plantes de Paris possède un échantillon de mine de cuivre qui avoit été autrefois négligé, et où l'on a reconnu dernièrement l'arséniate de cuivre. La description et l'analyse en seront données dans le Journal des Mines. Ce morceau me paroît provenir des anciens travaux de la mine de Gouméchefski; mais je n'en avois point vu avec les cristaux d'arséniate que présente celui-ci.

ARGENT.

On regarde l'argent comme un *métal parfait*, parce qu'il possède éminemment les propriétés métalliques, et sur-tout parce qu'il paroît fixe et inaltérable au feu ordinaire des fourneaux; mais ces qualités ne sont que rélatives au degré d'intensité et à la durée de l'action du feu.

L'expérience journalière prouve que l'argent se volatilise, puisqu'on en trouve toujours dans les suies des cheminées où l'on fond habituellement de grandes quantités de ce métal.

On sait d'ailleurs, par les belles expériences faites par de célèbres physiciens, avec une lentille de 33 pouces de diamètre, que l'or et l'argent exposés au foyer de cette lentille, donnent une fumée très-sensible, qui s'élève à la hauteur de 5 à 6 pouces; et ce qui prouve évidemment que cette fumée

n'est autre chose que le métal lui-même réduit en vapeurs, c'est qu'une lame d'or exposée à la fumée de l'argent, a été complètement argentée, de même qu'une lame d'argent exposée à la fumée de l'or, a été parfaitement dorée.

On remarqua dans cette expérience que les globules d'or et d'argent fondus par les rayons du soleil, avoient acquis un mouvement giratoire très-rapide. (Le bismuth fondu au chalumeau présente le même phénomène.)

Lavoisier avoit également volatilisé l'or et l'argent, en les exposant à la flamme du chalumeau animée par un courant d'air vital : ces deux métaux se dissipèrent peu à peu, et disparurent enfin complètement, sans aucune autre circonstance particulière (1).

L'argent n'est pas plus inaltérable

(1) Acad. des Scienc. 1782, pag. 476, et 1783, p. 573.

qu'il n'est fixe : c'est ce qui avoit été déjà reconnu par les anciens chimistes; et l'expérience faite par Macquer l'a confirmé. Il a exposé de l'argent dans un creuset découvert, au feu de vingt fournées successives de porcelaine; et à la vingtième fois, il a trouvé son argent converti en une masse vitreuse de couleur olivâtre.

L'argent est, après l'or, le métal le plus ductile : avec un grain d'argent on peut former une lame de trois aunes, ou 126 pouces de longueur sur deux lignes de largeur, ce qui équivaut à 21 pouces carrés. Et si l'on réduisoit ce grain d'argent en feuilles sous le marteau du batteur d'or, son extension seroit bien plus grande encore.

La pesanteur spécifique de l'argent pur, qui a été simplement fondu, n'est pas très-différente de celle qu'il acquiert étant forgé : l'argent est, de même que l'or, beaucoup moins compressible que le cuivre et le platine.

Argent fondu............... 10474
Argent forgé................ 10510
La pesanteur spécifique de l'or
fondu est de.............. 19358
Celle de l'or forgé............ 19561.

La ténacité de l'argent n'est point proportionnée à sa ductilité ni à sa pesanteur spécifique; elle est moindre que celle du fer et du cuivre: un fil d'argent de $\frac{1}{10}$ de pouce de diametre ne soutient qu'un poids de 270 livres.

On peut remarquer que cette ténacité est, à l'égard de celle de l'or, à-peu près dans la même proportion que leur pesanteur spécifique, c'est-à-dire de la moitié moindre, ou peut s'en faut, car un fil d'or d'un dixième de pouce peut supporter un poids de 500 livres.

L'argent se fond un peu plus facilement que le cuivre; cependant il ne coule pas avant d'être parfaitement rouge.

Il s'allie très-bien avec la plupart des métaux, sur-tout avec l'or et le cui-

vre, et cet alliage se fait dans toutes sortes de proportions. Avec l'or, la ductilité de l'argent est toujours augmentée : avec le cuivre, elle est très-peu diminuée, et toujours au-dessus de celle du cuivre pur.

Ces deux métaux néanmoins, bien loin de se pénétrer mutuellement, comme cela arrive dans l'alliage du cuivre avec l'or, se dilatent au contraire en s'unissant, et leur alliage est spécifiquement plus léger que les deux métaux séparés.

Le contraire arrive dans l'alliage avec le bismuth : ce métal se combine si intimement avec l'argent, que leur pesanteur spécifique en est augmentée.

L'étain s'allie très-facilement avec l'argent ; mais il lui enlève totalement sa ductilité, dans quelque petite proportion qu'il soit.

Le plomb le rend plus mou, il lui ôte son élasticité, et l'empêche d'être sonore.

L'alliage du fer avec l'argent se fait assez difficilement ; il en résulte un métal couleur de platine, qui paroît susceptible d'un très-beau poli.

L'argent se combine parfaitement et avec la plus grande facilité avec le mercure ; il s'en imbibe en quelque sorte, comme une éponge s'imbibe d'eau, sur-tout quand il est réduit en feuilles. Cette combinaison, qui porte le nom d'*amalgame*, se fait même à froid, et par la simple trituration. Cette combinaison est tellement intime et parfaite, que non-seulement l'amalgame a une pesanteur spécifique plus grande que celle des deux métaux séparés, mais plus grande même que celle du mercure pur, quoique ce métal soit plus pesant que l'argent à-peu-près dans le rapport de 13 $\frac{1}{2}$ à 10. Ce phénomène annonce une singulière affinité entre les élémens de ces deux corps.

Quand on fait fondre l'amalgame, et

qu'on le laisse refroidir lentement, il cristallise en prisme rectangulaire terminé par une pyramide à quatre faces.

J'ai parlé du traitement des mines d'argent par l'amalgamation dans l'article du mercure, ainsi que de l'*arbre de Diane.*

L'argent est attaqué par la plupart des acides, mais foiblement : l'acide sulfurique a besoin d'être bouillant et très-concentré pour dissoudre l'argent.

L'acide muriatique ne l'attaque point directement, mais il dissout très-bien ses oxides; il a même avec l'argent, lorsqu'il le rencontre dans cet état, plus d'affinité que les autres acides; de manière que si l'on verse de l'acide muriatique sur une dissolution d'argent, soit par l'acide sulfurique, soit par l'acide nitrique, il s'empare de l'oxide du métal et forme un précipité qui est un muriate d'argent, vulgairement appelé *argent corné* ou *lune cornée*, parce qu'en le faisant fondre, on

obtient une masse demi-transparente, d'une couleur brune, et qui a quelque ressemblance avec la corne. Cette combinaison de l'argent avec l'acide marin se trouve quelquefois dans la nature, et porte également le nom de *mine d'argent cornée.*

L'acide nitrique est le seul qui dissolve l'argent avec facilité; et cette dissolution a plusieurs propriétés remarquables : elle est beaucoup plus caustique que l'acide nitrique pur; elle corrode les matières animales avec la plus grande activité; pour peu qu'on la touche, elle tache les doigts en noir; et cette tache ne s'en va qu'avec la peau même.

Elle pénètre en fort peu de temps et colore en violet les pierres les plus dures, qui sont de la nature du silex, telles que les agates et les calcédoines; mais elle n'a pas d'action bien sensible sur le cristal de roche et les autres substances quartzeuses.

Si l'on fait évaporer la dissolution d'argent jusqu'à siccité, et si l'on fait fondre le résidu, on obtient un nitrate d'argent excessivement corrosif, et connu en pharmacie sous le nom de *pierre infernale*.

Cette même dissolution fournit une préparation chimique fort extraordinaire; c'est l'*argent fulminant*, dont on doit la connoissance à Berthollet.

Pour l'obtenir on précipite la dissolution d'argent avec l'eau de chaux; on fait sécher ce précipité au soleil pendant trois ou quatre jours, et on le délaie ensuite dans une quantité suffisante d'ammoniaque. Il se dépose bientôt une poudre noire; on décante l'ammoniaque, et l'on fait sécher à l'air la poudre noire qui est l'argent fulminant.

On a eu raison de le nommer *argent intactile*, car aussi-tôt qu'il est sec, le moindre contact le fait détoner, et il est prudent de n'en mettre que la

valeur d'un grain dans chaque capsule où on le fait sécher, et d'employer des vaisseaux de métal plutôt que des capsules de verre, de peur d'être blessé.

La propriété qu'a l'acide nitrique de dissoudre parfaitement l'argent et de ne pas attaquer l'or, fournit un moyen très-commode pour séparer ces deux métaux lorsqu'ils se trouvent mêlés, comme ils le sont presque toujours dans les mines ; cette opération est connue sous le nom de *départ.*

L'argent est, de tous les métaux, celui qui paroît avoir le plus d'affinité avec l'hydrogène sulfuré, dont le seul contact le noircit aussi-tôt, et lui ôte même une partie de sa ductilité. Si l'argent se trouvoit long-temps exposé à son action, il se formeroit entr'eux une combinaison très-intime.

On se rappelle le fait assez remarquable de l'assiette d'argent trouvée dans la fosse d'aisance du château de Versailles, qui étoit en grande partie

convertie en minerai d'argent vitreux par l'effet de cette combinaison.

L'argent se combine aussi très-aisément avec le soufre en nature : il suffit de faire fondre des lames d'argent dans un creuset où on les a stratifiées avec du soufre en poudre. On obtient une masse de couleur de plomb très-fusible, qui se coupe facilement, et qui a la plus grande ressemblance avec le sulfure d'argent naturel ou mine d'argent vitreuse.

Comme l'argent adhère très-peu à l'oxigène, rien n'est plus facile que de ramener ses oxides à l'état métallique. Il faut voir à ce sujet, de même que sur la réduction des autres oxides, les belles expériences de mistriss Fulhame, et les remarques du savant Pictet, dans la *Bibl. Britan.* (*nov. 1797*).

L'argent se présente dans la nature sous des formes très-variées ; on le trouve fréquemment natif, mais plus souvent combiné avec le soufre, l'ar-

senic, l'antimoine, et d'autres métaux.

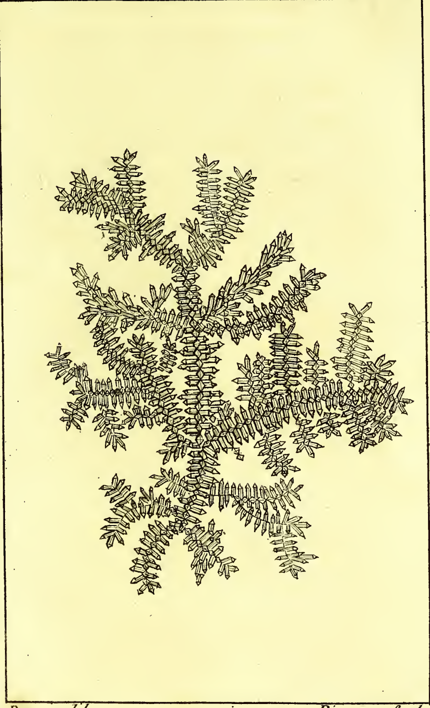
VARIÉTÉS.

Argent natif.

On trouve le plus souvent l'argent natif sous des formes irrégulières, soit en masses, soit en rameaux, soit en filets capillaires, soit en feuilles. C'est ainsi qu'il se présente dans la plupart des mines, et notamment dans les mines de Sibérie, où je ne l'ai jamais vu cristallisé.

On le trouve dans les mines du Pérou en forme de dendrites ou de végétations qui imitent des feuilles de fougère, et qui résultent d'un assemblage de petits octaèdres implantés les uns sur les autres, qui forment les rameaux quadrangulaires de ces dendrites.

C'est communément dans des gangues argileuses ou ocracées que se forment ces sortes de végétations, de



Deseve del. Pierron Sculp.

ARGENT EN DENDRITES, du Pérou.

Du Cabinet de Lelievre.



Deseve del. *Jourdan Sculp.*

ARGENT NATIF EN DENDRITES, DANS DE L'AGATE.

manière qu'on peut facilement les dégager des matières terreuses qui les enveloppent.

On en a trouvé de cette sorte dans les mines de Bohême, et Romé de l'Isle en cite un groupe du poids d'un marc, sans aucune gangue, qui venoit de Sainte-Marie aux-Mines en Lorraine.

Quelquefois aussi ces jolies dendrites sont enchatonnées dans des gangues quartzeuses et susceptibles de poli, qui forment de superbes morceaux de cabinet. On en trouve en Saxe qui sont dans un silex brun transparent. Deborn en cite un échantillon dans une agate rougeâtre mêlée de quartz, venant du Potosi au Pérou.

Lelièvre, conseiller des mines, en possède un de la même nature, mais qui offre un très-bel accident. L'argent en dendrites est abondamment disséminé dans un quartz transparent, bordé de part et d'autre d'une agate

rubanée à veines ondoyantes ; cet échantillon ressemble à une portion de filon dont l'agate formeroit les salbandes : ce rare morceau vient également du Pérou.

L'argent natif se trouve quelquefois cristallisé en cubes ou en octaèdres isolés, mais cela est fort rare. L'un des plus beaux morceaux que l'on connoisse en ce genre, est celui dont parle Romé de l'Isle, où les cristaux étoient de la grosseur d'une aveline, et avoient la forme d'un cube, dont les huit angles solides sont tronqués. Ce morceau venoit de la mine de Konsberg en Norwège ; la gangue étoit de spath calcaire blanc.

Argent vitreux.

L'argent combiné uniquement avec le soufre porte le nom d'*argent vitreux ;* sa couleur est d'un gris noirâtre ; il a intérieurement un éclat métallique,

il se coupe facilement comme le plomb, et il est à un certain point malléable ; j'en ai vu dans la collection de Le Camus qui étoit frappé en médaille.

Il est communément sans forme déterminée ; quand il est cristallisé, c'est en cubes ou en octaèdres implantés les uns sur les autres, comme ceux de l'argent natif ; mais ils sont d'un volume plus considérable, et ont jusqu'à $\frac{3}{4}$ de pouce de diamètre.

Ce minerai contient, suivant Bergman, $\frac{75}{100}$ d'argent et $\frac{25}{100}$ de soufre.

Il y a une variété d'argent vitreux qui contient un peu d'antimoine, et qui par-là, se rapproche de l'argent rouge ; c'est proprement le *glass-ertz* des Saxons, et le *roschgewœchs* des Hongrois ; celui-ci n'est point flexible et se casse comme du verre, d'où lui est venu le nom qu'il porte.

Quand il se décompose il laisse une poussière noire, une espèce de suie qui tache les doigts, qui est très-riche en

métal, et à laquelle on donne le nom de mine d'argent noire.

Ce glass-ertz se trouve dans la mine de Zméof en Sibérie. J'en avois des échantillons dans une caisse qui, pendant un voyage de trois ans que je fis dans les contrées les plus orientales, fut placée dans le même lieu où l'on tenoit l'argent de la couronne, et qui étoit voûté et humide : à mon retour, je trouvai le glass-ertz en partie converti en suie.

Argent rouge.

Ce minéral, quand il est pur, est rouge et transparent comme un rubis ; il est quelquefois en masses informes, et plus ordinairement cristallisé en prismes hexaèdres, terminés par des pyramides trièdres à plans rhombes ; mais cette forme éprouve un grand nombre de modifications.

L'argent rouge se trouve sur-tout

dans les mines de Saxe, de Bohême et du Hartz. Celle de Sainte-Marie en Lorraine en fournissoit autrefois de beaux groupes, de même que la mine de Guadalcanal en Espagne.

Suivant le rapport de Frezier, il paroît que les mines du Pérou donnoient aussi beaucoup d'argent rouge; mais on en voit fort peu d'échantillons dans les cabinets. Les Espagnols l'appellent *rossicleros*.

Les mines de Sibérie n'en donnent presque point; je n'en ai jamais apperçu que quelques parcelles à peine discernables.

On avoit cru jusqu'à ces derniers temps, que dans la mine d'argent rouge, ce métal étoit combiné avec le soufre et l'arsenic; mais Klaproth et Vauquelin ont fait voir qu'au lieu d'arsenic c'est l'antimoine qui s'y trouve.

Vauquelin a fait l'analyse d'un argent rouge parfaitement pur, et il y

a mis une exactitude peu commune, puisqu'elle va jusqu'à donner les millionièmes des quantités. D'après cette analyse, l'argent rouge contient,

Argent pur......	56,6748
Antimoine......	16,1300
Soufre..........	15,0666
Oxigène.........	12,1286
	100.

Dans le cours de ses opérations, Vauquelin a reconnu que l'argent et l'antimoine sont l'un et l'autre à l'état d'oxide. Il seroit en effet bien surprenant que des métaux, sans changer de nature, pussent devenir transparens comme du verre. C'est même encore un phénomène très-singulier, qu'une si petite quantité d'oxigène produise cet effet. *(Voy. le Journ. des Min. pluviôse an IV, janvier 1796.)*

Mine d'argent blanche.

Ce minerai a la couleur et l'éclat de l'argent ; mais quoique souvent il soit si riche que l'argent s'y trouve presque pur, il n'est nullement malléable. Son tissu est ordinairement lamelleux, et quelquefois grenu ou fibreux.

C'est une combinaison d'argent et de fer, tantôt avec l'arsenic, et tantôt avec l'antimoine. Bergmann y a trouvé beaucoup d'arsenic et peu d'antimoine. Dans le morceau que Vauquelin a essayé il n'y avoit que de l'antimoine et point d'arsenic. Cette même substance a été nommée par Romé de l'Isle, *mine d'argent blanche antimoniale*, et par de Born, *argent arsénical.* L'argent lui-même, dans ce minerai, ne varie pas moins en quantité que les métaux avec lesquels il est combiné ; il s'y trouve depuis deux onces jusqu'à 180 marcs par quintal.

Ce dernier se trouve à Andreasberg au Hartz, où il se présente soit en masses informes, soit cristallisé en prismes hexaèdres presque cylindriques, tronqués à angles droits à leur extrémité.

On appelle aussi mine d'argent blanche une galène antimoniale riche en argent. Klaproth a analysé sous ce nom un minerai qui contenoit $\frac{40}{100}$ de plomb, $\frac{8}{166}$ d'antimoine, et $\frac{20}{100}$ d'argent.

Argent corné.

Ce qu'on appelle *mine d'argent cornée* est un muriate d'argent ou une combinaison d'oxide d'argent avec l'acide marin. Cette substance forme des couches communément assez minces dans les fissures du filon; quelquefois, mais bien rarement, elle est cristallisée en petits cubes d'une demi-ligne de diamètre tout au plus; elle est d'une couleur brune et d'un tissu compacte; mais elle est presque aussi

molle que la cire, et s'étend sous l'ongle; les copeaux qu'on en détache avec la pointe d'un canif sont demi-transparens et ont une apparence de corne; d'où est venu le nom qu'on lui a donné.

Ce minerai est un des plus riches, et contient jusqu'à 70 pour 100 d'argent; mais il a l'inconvénient d'être volatil au feu, et si l'on n'a pas soin d'y joindre du fer ou telle autre substance qui ait plus d'affinité que l'argent avec l'acide marin, une grande partie de l'argent est emportée par la cheminée des fourneaux.

Ce minerai ne se rencontre jamais que dans la partie supérieure des filons; il pénètre rarement au-delà de cinq à six toises de profondeur. Il a été prodigieusement abondant au Pérou, et Dombey en a rapporté de riches échantillons qu'on voit au muséum du Jardin des Plantes; il est mêlé avec de l'argent natif.

Cette substance a une propriété remarquable, c'est que l'argent qu'elle contient passe à l'état métallique, par le seul contact du fer et du zinc.

Gillet-Laumont, conseiller des mines, a mis sous les yeux de l'Institut, dans la séance du 26 pluviôse an VIII (15 février 1799), de l'argent corné, qui ayant été enveloppé dans du papier avec des clous pendant 35 jours, avoit repris son brillant métallique, et les clous avoient formé un muriate de fer déliquescent.

Ce savant minéralogiste a observé le même effet avec le zinc, et d'une manière bien plus prompte, car en le mettant en contact avec l'argent corné et en l'humectant avec le souffle, quelques minutes ont suffi pour désoxider la surface du minerai, et y former une pellicule métallique et brillante.

Lelièvre a, dans sa belle collection de l'argent corné du Pérou, cristallisé

en cubes, qui est naturellement couvert d'une pellicule à-peu-près semblable.

L'argent se trouve encore dans les mines, combiné avec d'autres métaux, sur-tout avec le plomb dans la *galène*; avec le cuivre dans le *fahl-ertz* ou cuivre gris, avec le cobalt dans la mine d'*argent-merde-d'oie*, etc.

MINES D'ARGENT.

Presque toutes les contrées de la terre ont des mines d'argent. On remarque néanmoins qu'autant l'or abonde dans les pays brûlans, autant l'argent paroît aimer les régions froides, soit par leur latitude, soit par une situation fort élevée au-dessus de la mer, ce qui revient au même pour la température.

En Europe et dans l'Asie septentrionale, les mines d'argent ne sont pas à une grande élévation au-dessus

de la mer; mais elles se trouvent à une latitude boréale de 50, et même de 60 degrés.

En Amérique les mines d'argent du Pérou et du Mexique sont entre les tropiques, mais au centre des Cordilières, et dans des régions éternellement glacées.

Les mines d'Europe les plus importantes sont celles de Konsberg en Norwège au nord de Christiania : elles rendent, suivant Bergmann, jusqu'à 38000 marcs d'argent par année.

Celles du Hartz dans la Basse-Saxe, aux environs de Goslar, rendent, suivant Trebra, 35,000 marcs.

Celles de Feyberg en Misnie, à six ou sept lieues au S. O. de Dresde.

Celles de Joachimsthal en Bohême, près d'Elbogen.

Celles des environs de Schemnitz dans la Basse-Hongrie, etc. sont également fort riches.

Celles de France sont intéressantes

pour la minéralogie, mais actuellement le produit n'en est pas considérable. Les principales sont celles de Sainte-Marie dans les Vosges; celles de Baigorry dans les Basses-Pyrénées; celles des Chalanches près d'Allemont en Dauphiné. Celles de Bretagne ne sont pas des mines d'argent proprement dites, mais des mines de plomb tenant argent.

En Espagne, la mine de Gualdalcanal a été jadis fort riche; son exploitation est fort ancienne, et remonte au temps des Romains. Elle est dans la Sierra-Morena ou Montagne Noire, sur les confins de l'Andalousie et de l'Estramadoure, à 15 lieues au nord de Séville, et à quelques lieues au N. E. de la fameuse mine de mercure d'Almaden.

Dans l'Asie septentrionale on trouve les mines d'argent de Zméof dans les monts Altaï, entre l'Ob et l'Irtiche, entre 50 et 52 degrés de latitude. Leur

produit annuel est d'environ 1000 pouds ou 60,000 marcs d'argent, tenant 3 pour 100 d'or.

Les mines de Nertchinsk dans la Daourie, près du fleuve Amour, sont des mines de plomb argentifère, dont le produit est de 500 pouds, environ 30,000 marcs d'argent, tenant 1 $\frac{1}{2}$ pour 100 d'or.

La Chine a aussi des mines d'argent. J'ai vu souvent entre les mains des marchands Russes qui trafiquent à Kiaghta, de petits lingots qui en proviennent. Leur forme singulière les a fait nommer *karabelki*, petits vaisseaux; ils ont en effet quelque ressemblance avec un navire dont la proue et la poupe seroient également relevées. Ces petits lingots sont du poids de quelques onces, ou tout au plus d'une livre. Ce qu'ils offrent de remarquable, c'est que leur partie supérieure, celle qui représente le pont ou le tillac du vaisseau, a une forme arquée

dans le même sens que la carène; et cependant on reconnoît, par la surface ridée du métal, qu'elle étoit libre et découverte quand le lingot a été formé; et c'est un petit problême, de savoir comment on donne à un métal fondu cette surface arquée.

J'imagine que les moules, qui ont une forme demi-circulaire, sont suspendus comme la lentille d'une pendule, et qu'on leur donne un mouvement oscillatoire dès qu'on y a versé le métal, ce qui porte les parties les plus fluides alternativement aux deux extrémités du moule où elles se figent; et ne revenant point au centre, elles y laissent un enfoncement qui donne à la petite masse la forme d'un croissant.

La Perse, suivant Chardin, n'a point de mines d'argent proprement dites, mais seulement quelques mines de plomb argentifère. On connoît aussi très-peu de mines d'argent dans les

Indes et dans les autres parties de l'Asie méridionale.

Il en est de même de l'Afrique ; on y trouve beaucoup d'or, mais on n'y exploite aucune mine d'argent ; peut-être y en découvriroit on dans les montagnes couvertes de neige.

C'est au moins dans une région semblable, c'est au centre des Cordilières du Nouveau monde, au milieu des frimas, quoique sous les rayons perpendiculaires du soleil, que la nature a versé des torrens d'argent dans les rochers du Mexique et du Pérou.

C'est à 20 degrés seulement de latitude australe, et dans la zône torride, que se trouve au Pérou la fameuse montagne de Potosi, à 100 lieues de la mer du Sud, aux sources même de la rivière de la Plata.

Cette montagne, l'une des plus considérables de la contrée, est d'une hauteur immense, et a la forme d'un pain de sucre. D'après la description qui en

a été faite par Ulloa et par d'autres voyageurs il paroît qu'elle étoit, du haut en bas, remplie de veines et de filons d'argent d'une richesse énorme.

Si l'on pouvoit, dit Ulloa, enlever la croûte extérieure de cette montagne, on y verroit un nombre infini de routes souterraines percées en tous sens selon la direction des veines métalliques.

Il ajoute que dans les premières années de l'exploitation, le minerai rendoit cent marcs d'argent par quintal, ou la moitié de son poids. Aujourd'hui ce produit est bien différent, il ne va qu'à quatre marcs par caxon (de 50 quintaux), c'est à-peu-près cinq gros par quintal. Mais son abondance est telle, que le produit total est encore très-considérable.

Suivant plusieurs écrivains espagnols, la seule montagne du Potosi a rendu depuis 1545, où commença son exploitation, jusqu'en 1638, près de

400 millions de pesos ou onces d'argent, ce qui est à-peu-près l'équivalent de tout celui qui circule aujourd'hui en France.

Si l'on rapproche l'esquisse de la montagne du Potosi, présentée par Ulloa, de la description de celle des Chalanches donnée par le savant inspecteur des mines Schreiber, on voit qu'il y a, sinon dans la richesse, au moins dans la constitution physique de ces deux montagnes, divers traits de ressemblance.

Celle des Chalanches est aussi une montagne alpine très-considérable, et l'une des principales sommités de la chaîne qui règne à l'orient de Grenoble. Sa pente est très-escarpée, et elle s'élève à 1400 toises perpendiculaires dans la région des frimas. Depuis la base de la montagne jusqu'au sommet, on trouve, comme au Potosi, de nombreuses veines métalliques dirigées dans toutes sortes de sens, et conte-

nant du minerai dont la richesse va, d'après les essais, jusqu'à 60 ou 80 marcs par quintal, mais dont la quantité malheureusement n'est pas considérable.

Cette montagne est toute composée de bancs de gneiss entremêlés de bancs de roche calcaire primitive, comme on l'observe dans les montagnes à filons de la Saxe ; et le savant Schreiber a même remarqué que dans l'intérieur de la montagne et sur-tout dans le voisinage des filons, le gneiss étoit lui-même pénétré de molécules calcaires ; et il se demande si dans cette occasion la nature n'auroit pas converti une espèce de pierre en une autre. (Je suis très-porté à croire que la nature opère souvent de semblables métamorphoses.)

Les bancs de gneiss et de roche calcaire qui composent la montagne des Chalanches sont en général inclinés à l'ouest, mais sous différens angles, et

il paroît qu'ils ont éprouvé quelque dérangement considérable : ce désordre intercepte quelquefois tout-à-coup le filon le plus riche, sans espoir de le retrouver.

Je pense que ce bouleversement a été produit par la même cause qui a occasionné l'éboulement total de la *Montagne abîmée*, qui est au nord des Chalanches. Ce sont des courans souterrains qui enfiloient du nord au sud, les interstices des couches de ces montagnes, qui sont dirigées dans le même sens. Ils ont entièrement sapé les fondemens de la Montagne abîmée, qui a été remplacée par des lacs; cette chute a interrompu la marche des courans, en obstruant les canaux souterrains, et cet événement a préservé les chalanches d'un renversement total.

OR.

L'OR est, après le platine, le métal qui a le plus de densité. Sa pesanteur spécifique est de 19361 ; c'est presque le double de celle de l'argent.

De tous les métaux c'est celui qui a le plus de ténacité : un fil d'or d'un dixième de pouce de diamètre supporte un poids de cinq quintaux.

Il est en même temps d'une étonnante ductilité : une once d'or peut former un fil de soixante-treize lieues de longueur. Cette même quantité de métal est réduite par le batteur d'or en seize cents feuilles, qui ont chacune plus de neuf pouces carrés.

Quelque ductile que soit l'or, il perd complètement cette propriété par le plus petit mélange d'arsenic ou d'étain : un seul grain de ces métaux suffit pour altérer tout un lingot d'or.

Il perd aussi sa ductilité par l'écrouissement, c'est-à-dire, par la compression que lui fait éprouver la filière, le laminoir ou le marteau; mais on la lui rend facilement par le *recuit*, en le faisant un peu rougir.

L'or n'a ni odeur ni saveur, et n'est attaqué ni par l'air, ni par l'eau, ni par aucun des agens ordinaires de la nature; il paroît même en quelque sorte inaltérable au feu : Boyle et Kunckel en ont exposé pendant plusieurs semaines au feu des verreries, sans qu'il ait éprouvé le moindre déchet.

A la verité, il n'en est pas de même au feu du soleil : Homberg a observé que l'or exposé au foyer de la lentille de Tschirnaus fumoit et se volatilisoit, et Macquer a vérifié cette observation.

Buffon va encore plus loin. « Je suis » assuré, dit-il, par des expériences » faites dès l'année 1747, à mon miroir » de réflexion, que l'or fume et se su-

» blime en vapeurs, *même avant de se*
» *fondre* ».

Il ajoute : « Si les expériences de
» Boyle et de Kunckel sont exactes, l'on
» sera forcé de convenir que l'effet de
» notre feu sur l'or n'est pas le même
» que celui du feu solaire, et que s'il
» ne perd rien au premier, il peut
» perdre beaucoup, et peut-être tout,
» au second ».

D'après les expériences de Buffon, qui constatent que l'or se volatilise au feu du soleil, même avant de se fondre, il paroît en effet que l'action de ce feu solaire est très-différente de celle de nos fourneaux, car jamais rien n'a donné lieu de soupçonner que l'or pût s'y volatiliser avant d'être fondu.

Un autre fait semble confirmer cette différence : le feu du soleil convertit très-promptement l'or en oxide et le couvre d'une enveloppe vitreuse de couleur pourpre, que Fourcroy regarde comme un véritable oxide d'or vitri-

fié ; et jamais rien de semblable n'a été produit par aucun feu artificiel, aidé même par le plus puissant de tous les agens, par le gaz oxigène : l'or a été simplement volatilisé, mais nullement converti en oxide.

Le fluide électrique a un effet analogue à celui du feu solaire ; l'étincelle tirée avec l'appareil de Leyde convertit l'or en oxide violet.

L'or n'est attaqué par aucun acide simple, mais il est très-facilement dissous par l'acide muriatique oxigéné et par l'acide nitro-muriatique ou *eau régale*.

L'or qui est précipité de cette dissolution par l'alcali volatil, a une propriété qui lui est commune avec l'argent et avec le mercure ; c'est d'être *fulminant*.

Cette préparation est fort simple : on verse de l'ammoniac ou alcali volatil caustique dans une dissolution d'or par l'eau régale ; il se forme peu à

peu un précipité d'une couleur jaunâtre, qui est une combinaison d'oxide d'or et d'alcali volatil ; on lave ce précipité et on le fait sécher : c'est cette poudre qui est l'or fulminant.

Si l'eau régale avoit été composée avec de l'acide nitrique et du sel ammoniac, on pourroit faire le précipité avec un alcali fixe, il seroit également fulminant.

Pour le faire détoner, il ne faut qu'un degré de chaleur capable de faire couler la cire ; le seul frottement suffit même pour l'enflammer. Son explosion, à volume égal, est beaucoup plus violente que celle de la poudre à canon.

Buffon rapporte, à l'occasion de l'or fulminant, une observation curieuse. Si on le fait détoner sur différens métaux, il s'y comporte d'une manière différente ; sur les uns il laisse des traces d'oxide couleur de pourpre ; sur les

autres, il se revivifie, et s'y incruste avec son brillant métallique.

Sur l'étain, sur le plomb, l'antimoine, le bismuth et l'arsenic, il paroît sous la forme d'oxide.

Sur l'argent, le cuivre, le fer, le cobalt et le zinc, il est réduit à l'état métallique.

Pour expliquer la cause de cette différence, il semble que l'on pourroit dire que, dans le premier cas, l'or a plus d'affinité avec l'oxigène qu'avec les métaux sur lesquels il se trouve; c'est pourquoi il demeure à l'état d'oxide.

Dans le second cas c'est le contraire, l'or abandonne l'oxigène pour s'incruster dans les métaux avec lesquels il est en contact, parce que l'attraction qu'ils exercent sur lui l'emporte sur celle de l'oxigène.

L'or a très-peu d'affinité avec ce principe, et c'est une des grandes preuves de sa perfection métallique. Néan-

moins, en l'associant au mercure, qui a lui-même fort peu d'affinité avec l'oxigène, on parvient à les oxider l'un et l'autre. On emploie pour cela le même procédé que pour obtenir le mercure précipité *per se*, et l'on ajoute au mercure une quantité d'or en feuilles, qui équivaut à $\frac{1}{48}$ de son poids.

Ces deux métaux se convertissent en oxide rouge, beaucoup plus promptement que n'eût fait le mercure seul.

Ce n'est pas la seule circonstance où l'on observe que plusieurs métaux réunis attirent l'oxigène avec une puissance incomparablement plus grande que s'ils étoient séparés : ce phénomène mérite la plus grande attention.

La propriété que possède l'or, de former, dans de certaines circonstances, un oxide couleur de pourpre, le rend extrêmement précieux pour la peinture en émail et sur la porcelaine, à laquelle il fournit les teintes les plus riches et les plus brillantes.

Pour obtenir dans toute sa beauté cet oxide qu'on nomme *pourpre de Cassius*, on fait une dissolution d'étain dans l'eau régale, qu'on étend de beaucoup d'eau distillée, et l'on y verse peu à peu de la dissolution d'or qui se précipite en couleur de pourpre. Cette opération est très-délicate; elle exige des précautions particulières dont on trouve le détail dans les ouvrages de nos savans chimistes.

L'or, dans son état métallique, s'allie facilement avec la plupart des autres métaux, mais avec des différences qui résultent de leurs divers degrés d'affinité. Dans quelques alliages les deux métaux se pénètrent réciproquement, leur masse diminue de volume, et leur pesanteur spécifique commune devient plus grande qu'elle n'étoit dans les deux métaux séparés.

Dans d'autres alliages, au contraire, où les affinités réciproques sont beaucoup moindres, il y a écartement entre

leurs molécules ; l'alliage augmente de volume, et diminue conséquemment en pesanteur spécifique. C'est ce qui arrive dans l'alliage de l'or avec l'étain et avec le fer. Il y a, au contraire, pénétration mutuelle et diminution de volume dans son alliage avec l'argent, avec le cuivre, le zinc et le bismuth.

L'alliage de l'or avec l'argent et le cuivre se fait dans toutes sortes de proportions. L'argent dans la proportion d'un dixième, le pâlit un peu, mais n'ôte presque rien à sa ductilité ; le cuivre rehausse sa couleur et lui donne de la fermeté.

L'or parfaitement pur est un des métaux les plus mous ; il est très-peu sonore et sans élasticité. On peut même, suivant Becher, le rendre aussi mou que du plomb, en le versant fondu un grand nombre de fois dans une liqueur composée d'alcali volatil et d'alcool.

Aucun métal n'a autant d'affinité que l'or avec le mercure : « Elle est si » puissante, dit Buffon, qu'on la pren» droit pour une espèce de magné» tisme ».

On se sert avec avantage, dans l'exploitation des mines, de cette propriété du mercure de s'attacher à l'or, pour le séparer de sa gangue ; on épargne, par ce moyen, des frais énormes en combustibles, et l'on exploite avec profit des minerais si pauvres, qu'on seroit obligé de les abandonner s'il falloit les traiter par la fusion.

VARIÉTÉS.

Or natif.

On donne le nom d'*or natif* à celui qui se présente dans les mines sous son apparence métallique, et qui est reconnoissable à l'œil.

Quant à celui qui n'est pas visible,

même à la loupe à cause de son extrême division, et qui se trouve mêlé et peut-être combiné avec d'autres métaux, on peut aussi le regarder comme natif; mais dans ce sens seulement qu'il n'est pas à l'état d'oxide; car nous connoissons peu la nature des modifications qu'éprouvent les métaux dans leur alliage mutuel, et ces modifications sont certainement très-grandes.

Il me sembleroit qu'on ne peut pas affirmer que l'or, quand il est combiné avec d'autres métaux, de manière à n'être plus reconnoissable, quoiqu'il y soit en quantité considérable et même supérieure à celle de ces mêmes métaux, comme cela se voit dans plusieurs mines d'or de Transylvanie; il me semble, dis-je, qu'on ne puisse pas affirmer que l'or y soit simplement *divisé*, et que ses molécules y soient précisément dans le même état que dans un lingot d'or pur. La combinaison d'un métal avec un

autre le dénature peut-être autant que sa combinaison avec l'oxigène.

L'or natif se trouve ou en paillettes ou en grains disséminés dans des terreins sablonneux ; on en retire par le lavage la poudre d'or. On le rencontre quelquefois en masses informes dans le lit des torrens qui les ont détachées de leurs filons ; elles sont ordinairement jointes à une portion de gangue quartzeuse ; on les nomme *pepites :* on en a trouvé au Pérou qui pesoient, dit-on, jusqu'à 64 marcs.

L'or natif se présente aussi sous différentes formes dans des filons, où il est seul ou accompagné d'autres métaux : il est ou disséminé en grains dans la gangue, ou en feuillets plus ou moins épais, ou en filets droits ou contournés, ou en masses plus ou moins volumineuses.

On le rencontre aussi, mais beaucoup plus rarement, cristallisé sous une forme régulière.

M. Jens-Esmark, dans son *Voyage minéralogique*, dit avoir vu dans la riche collection de minéraux de Transylvanie du baron de Bruchental à Hermanstadt, de l'or natif cristallisé en octaèdres et en cubes de deux lignes d'épaisseur, ce qui est infiniment rare.

Lelièvre, conseiller des mines, possède divers échantillons d'or natif très-intéressans ; entr'autres, 1°. or natif en feuillets épais, en partie couverts de petits cristaux octaèdres, incrustés dans des cristaux de quartz de la grandeur du doigt. Ce jolie morceau vient de la mine d'or de la Gardette en Dauphiné. 2°. Or natif granuleux, au milieu d'une veine d'argent rouge, bordée de part et d'autre de sa salbande : ce morceau est de Hongrie. 3°. Or natif en grains entassés, formant une masse de plusieurs onces qui remplit l'intérieur d'une géode ferrugineuse, du Mexique. 4°. Or natif en paillettes disséminées sur un frag-

ment de millepore pétrifié et surmonté de cristaux de quartz. On a donné ce morceau comme venant de Sibérie, mais je n'ai nulle connoissance qu'on y ait rien trouvé de semblable.

J'ai rapporté de cette contrée un échantillon d'or natif en paillettes disséminées sur l'argent corné dont le morceau est revêtu. Ce rare minerai a été trouvé dans les premiers travaux de la mine d'argent de Zmeof.

J'ai aussi de l'or natif en petites feuilles sur des rayons d'antimoine, encastrés dans le quartz gras ferrugineux qui sert quelquefois de gangue au plomb rouge, de la mine de Bérésof dans l'Oural.

Cette même mine m'a fourni de l'or natif sur la mine de fer brune cubique.

De Born parle d'un minerai aurifère qui est extrêmement singulier; c'est du bois converti en silex, de couleur noire; on le fond comme un au-

tre minerai, et il rend une once d'or par quintal; on le trouve à 25 toises de profondeur, aux environs de Verespatak en Transylvanie.

Cette contrée produit ce qu'il y a de plus rare en minerai d'or; les variétés suivantes en sont la preuve.

C'est dans un minerai aurifère de Transylvanie que Klaproth a découvert le nouveau métal auquel il a donné le nom de *tellurium :* l'or s'y trouve joint dans des proportions très-différentes.

Or gris de Nagyag en Transylvanie.

Ce minerai est d'une couleur grise métallique, à-peu près semblable à celle du platine; il est composé de feuillets minces qui se laissent couper, et qui se divisent en lamelles flexibles et brillantes.

Sa pesanteur spécifique est de 8919.

Suivant l'analyse faite par Klaproth, il contient :

Plomb..............	50
Tellurium...........	33
Or.................	8, 5
Soufre..............	7, 5
Argent et cuivre......	1
	100.

Mine d'or jaunâtre de Nagyag.

Cette variété diffère de la précédente par sa couleur et le tissu qui n'est point lamelleux, mais grenu ou fibreux. Sa pesanteur spécifique est aussi plus considérable ; elle est de 10678.

Klaproth en a retiré :

Tellure..............	45
Or.................	27
Plomb..............	19, 5
Argent..............	8, 5
	100.

Or blanc, or problématique, de Faltz-bay en Transylvanie.

Ce minerai est d'un blanc métallique brillant; son tissu paroît quelquefois écailleux et quelquefois compacte et à grains d'acier. Sa gangue est ou quartzeuse, ou, suivant Esmarck, de la nature du grès.

Sa pesanteur spécifique est de 5723.

Il contient, suivant Klaproth:

Fer	72
Tellurium	25, 5
Or	2, 5
	100.

Or graphique d'Offenbanya en Transylvanie.

Quoique ce minerai soit prodigieusement riche en or, puisqu'il en contient près du tiers de son poids, il a la même couleur blanche que le pré-

cédent. Il forme des dendrites composées de prismes applatis, dans les fissures de la gangue qui est la *roche métallifère* de de Born, ou *porphyre-syénite* de Werner. Ces dendrites présentent des formes qui ont quelque ressemblance avec des caractères d'écriture, d'où est venu le nom d'*or graphique*.

Klaproth y a trouvé :

Tellurium	60
Or	30
Argent	10
	100.

MINES D'OR.

Bergmann dit qu'après le fer, c'est l'or qui est le métal le plus généralement répandu sur le globe. On en trouve en effet dans toutes sortes de terreins, et jusques dans la cendre des végétaux, mais en petite quantité.

Les mines d'or proprement dites, sur-tout dans les contrées septentrionales, et même dans les climats tempérés, sont excessivement rares.

Nous n'en avons en France qu'une seule, c'est celle de la Gardette en Dauphiné, près du bourg d'Oisan, à neuf lieues au S. E. de Grenoble. Elle fut découverte en 1781, et depuis qu'elle est en exploitation, elle a fourni de riches morceaux de cabinet.

La gangue du filon est un quartz ferrugineux contenant des faisceaux de schorl noir, et dans lequel l'or se trouve tantôt en feuilles, tantôt en filets capillaires; il est accompagné de galène, de cuivre gris argentifère, de bleu et de vert de montagne, et d'oxide de plomb jaunâtre cristallisé en aiguilles.

On compte, en France, huit rivières dont les sables sont aurifères; savoir, le Rhin, entre Strasbourg et Philisbourg; le Rhône, dans le pays de Gex;

le Doux, en Franche Comté; la Cèze et le Gardon, dans les Cévennes; l'Arriège, près de Pamiers; la Garonne, près de Toulouse; et le Salat, près de Saint-Girons dans les Pyrénées.

Les principales mines de l'Europe sont celles de Hongrie et de Transylvanie.

En Hongrie, elles sont à Schemnitz et à Kremnitz.

Suivant M. Jens-Esmark, les montagnes métallifères de Schemnitz sont de porphyre-syenite, dont la base est un feld-spath à grain fin, qui, en se décomposant, passe à l'état d'argile, sur-tout dans le voisinage des filons.

Ces filons se dirigent du S. au N., et s'inclinent de l'ouest à l'est sur la pente occidentale des montagnes dont ils suivent l'inclinaison. Il en est de même à Kremnitz.

Dans ces deux endroits, les filons paroissent avoir depuis quinze jusqu'à cent toises d'épaisseur; mais ce sont

des filons parallèles, au nombre de plus de vingt, qui sont séparés les uns des autres par des cloisons de roche stérile.

A Kremnitz, les montagnes sont de trapp primitif; on y trouve de nombreux filons de quartz aurifère.

L'exploitation de ces mines est très-ancienne, et remonte à plus de mille ans, suivant Alonzo Barba : les fouilles ont été poussées dans la profondeur à plus de 160 toises.

En Transylvanie, les montagnes à filons de Fatzbay sont de grès à grain fin, avec quelques bancs de grès grossier fissile (grauwaken schiefer); c'est le gîte de l'*or blanc problématique.*

Aux environs d'Offenbanya les montagnes sont de roche feuilletée micacée.

Les mines sont dans le porphyre-syenite et le calcaire grenu feuilleté. L'*or graphique* se trouve dans le premier ; les filons sont dirigés du nord

au sud, et inclinés de l'O. à l'E. Ils ont depuis l'épaisseur d'une carte jusqu'à quatre pieds de puissance.

A Verespatak, les mines sont dans une roche porphyroïde ou dans le graustein, qui est une espèce de trapp; le minerai aurifère y forme des vénules sans nombre, qui courent dans toutes sortes de directions.

A Nagyag les mines sont dans la montagne de Cetras, composée de porphyre-syenite; il y a aussi des grès qui contiennent des filons de réalgar.

Les huit filons de Nagyag sont dirigés du S. au N., et tous, à la réserve d'un seul, sont inclinés de l'O. à l'E. en sens contraire de la pente de la montagne; leur épaisseur est de cinq à six pouces. Le minerai aurifère est accompagné de galène, d'arsenic, de manganèse, de fer et de zinc.

Ces mines sont les plus riches et les mieux exploitées de toutes celles de

Transylvanie. (*Journal des Mines*, n°. XLVII.)

Il existe sur le revers des Alpes, du côté de l'Italie, une mine d'or assez importante, sur-tout aux yeux du Naturaliste, et qui étoit presque totalement ignorée en France, avant que Saussure en eût parlé dans ses voyages (§. 2132).

C'est celle de Macougnana qui se trouve sur le prolongement de la base orientale du Mont-Rose, la plus haute montagne de l'Europe après le Mont-Blanc.

Cette base est généralement composée d'un granit veiné, dont les couches sont horizontales ou peu inclinées.

Les principaux filons sont aux environs de Pescerena, à une lieue au-dessous de Macougnana.

La mine la plus riche se trouve dans les variétés de roche les moins dures, et dont le grain est le plus fin.

« Le minerai dans lequel l'or est
» renfermé, dit Saussure, est presque
» par-tout une pyrite jaune sulfureuse.
» On trouve cependant aussi de l'or
» dans des pierres quartzeuses car-
» riées, souvent remplies d'une rouille
» ferrugineuse qui paroît être le ré-
» sidu des pyrites décomposées.

» Les pyrites aurifères de ces mines
» se trouvent quelquefois cristallisées
» en cubes, mais ce sont les plus pau-
» vres.... Les plus riches sont confusé-
» ment cristallisées sous la forme de
» grosses écailles.

» La plupart des filons sont dans
» une situation verticale, mais ils n'af-
» fectent aucune direction particu-
« lière ; ils se croisent même quelque-
» fois, et c'est ce que l'on cherche.
» C'est dans ces intersections que se
» trouvent les nids ou nœuds, *groppi*,
» où sont les plus grandes richesses ».

Saussure ajoute que, vingt ans au-
paravant, l'on étoit tombé sur un de

ces nids, qui, dans l'espace de vingt-deux jours, avoit rendu 189 marcs d'or pur ; et il observe que « cet accroisse» ment de richesse des filons dans leurs » intersections, est un fait très-géné» ralement reconnu : M. Muller, en » particulier, l'a observé dans toutes » les mines d'or de Vérespatak, en » Transylvanie ».

J'ai déjà dit ailleurs ce que je pensois de ce phénomène ; et quand on dit que la réunion de plusieurs filons est la cause de l'abondance du métal, il me semble entendre dire que, lorsque plusieurs racines de chêne vont se réunir à un même centre, il en résulte un grand arbre. Tout le monde sent qu'on prendroit ici l'effet pour la cause, et je pense qu'il en est de même à l'égard des filons ; c'est-à-dire que dans le point central il existoit un principe de métallisation plus puissant, plus actif, et dont l'influence s'est étendue en divers sens, de même que

dans le végétal c'est la puissance active du germe qui a produit et dirigé les racines tout autour de lui.

L'or des mines de Macougnana est à 18 karats; sur quatre parties il y en a trois d'or et une d'argent. On traite ce minerai par l'amalgamation; il n'est pas fort riche, et ne contient qu'environ onze grains d'or par quintal. Il y a mille ouvriers employés à l'exploitation; un seul propriétaire en occupoit cent, qui lui rapportoient environ deux marcs d'or par semaine.

« Il paroît, ajoute Saussure, que ces » mines sont en général plus riches au » jour, ou auprès de la surface, que » dans l'intérieur de la montagne. Le » même fait a été observé dans les mi- » nes d'or de Transylvanie, par M. Mul- » ler, et dans celles de l'Oural, par » M. Hermann ».

Ce fait semble être absolument général à l'égard des mines d'or de toutes les contrées de la terre, et il paroît

certain que l'action du soleil a beaucoup d'influence sur la formation de ce métal.

La portion de l'Europe qui seroit la plus riche en or, si l'on en faisoit la recherche, seroit la grande presqu'île formée par l'Espagne et le Portugal; mais les mines que ces Etats possèdent dans le Nouveau-Monde, font dédaigner celles de l'ancien.

Les Romains retiroient annuellement de cette contrée 30 mille marcs d'or, qui venoient principalement du Portugal, de la Galice et des Asturies.

Leur manière de l'exploiter tenoit du caractère gigantesque de ce peuple. Ils ne s'occupoient pas à faire des fouilles, ils sappoient les montagnes entières; ils en détruisoient les supports, et les montagnes étoient culbutées.

Ils amenoient ensuite par des aqueducs de plusieurs lieues, des torrens d'eau qui lavoient ces ruines et qui

entraînoient l'or dans les vallées, où il étoit arrêté par des fascines.

Les autres contrées de l'Europe paroissent peu riches en or : on en trouve quelques filons épars, mais sans suite ; et en général, tout filon d'or qui ne contiendroit pas d'autre métal, surtout dans nos climats, promettroit peu de bénéfice.

On en découvrit un en Russie sous le règne de Pierre-le-Grand, dans les montagnes granitiques qui bordent la rive orientale du lac Ladoga, près d'Olonetz. Dès les premiers travaux, ce filon fit concevoir des espérances sans bornes ; on trouva près du jour des masses d'or pur de deux ou trois marcs, dans une gangue de quartz ferrugineux. On voit dans le cabinet de minéralogie de l'académie des sciences de Pétersbourg, ces riches échantillons qu'on croiroit être du Mexique ou du Pérou ; mais à quelques toises de profondeur l'or disparut, et il ne resta

qu'un filon de quartz stérile ; on y a fait des travaux considérables, mais sans succès.

L'Asie septentrionale a des filons d'argent aurifère à Zméof, dans les monts Ataï.

Elle n'a qu'une seule mine d'or proprement dite, à Bérésof, dans les monts Oural. Cette mine a beaucoup de ressemblance avec celle de Macougnana ; elle est sur la base orientale des monts Oural, et les filons sont composés de minerai ferrugineux enclavé dans un gneiss ou granit veiné à petits grains, assez semblable à un grès. On en voit des échantillons qui servent de gangue à la plupart des morceaux de plomb rouge ; enfin ces filons sont beaucoup plus riches au jour qu'à quelques toises de profondeur. La seule différence qu'il y ait entre ces deux mines, c'est que le minerai de Bérésof est une mine de fer brune ordinaire, quelquefois cristallisée en cubes, et qui ne

contient qu'accidentellement quelques pyrites.

En 1786, où l'on travaillloit à tranchée ouverte, et presque à fleur de terre, on retira 500 marcs d'or, quoique le minerai n'en rende qu'une livre sur 20 milliers. Les années précédentes, où le minerai étoit tiré à quelques toises de profondeur, il ne rendoit que 200 marcs.

Les contrées de la terre les plus riches en or sont toutes comprises dans la zône torride.

En Asie, la Chine et le Japon sont connus pour avoir des mines d'or assez importantes.

Le royaume de Siam est un des pays du monde ou l'or paroît être le plus commun, si l'on en juge par la vaisselle du roi et par les auges de l'éléphant blanc, qui sont d'or massif, de même que les pagodes et les divers ornemens des temples.

Les mines de l'île de Sumatra sont

des filons d'or mêlés d'argent : Grimm en a donné la notice (*Collec. acad. t. VI*); elles appartiennent à la compagnie hollandaise, et il paroît qu'elles sont très-riches. On tire aussi beaucoup d'or de l'île de Ceilan, des Moluques, des Philippines, des Maldives, et sur-tout de l'île de Madagascar. Cet or est obtenu par le lavage des terres et des sables aurifères.

Dans le continent de l'Afrique, l'or paroît être encore plus abondant. Tavernier dit que dans les pays de Sofala, de Mozambique et de Monomotapa, sur la côte orientale de l'Afrique, l'or se trouve dans les contrées arides, disséminé dans la terre à deux ou trois pieds de sa surface. Il en est de même en Abyssinie et en Ethiopie.

Dans la partie occidentale de cette vaste presqu'île, on trouve la même richesse.

« Les mines de Bambouk (contrée » voisine du Sénégal), produisent

» beaucoup d'or en poudre et en grains, » qu'on trouve dans la terre à peu de » profondeur.... Ces mines sont dans » des terres argileuses de différentes « couleurs (et conséquemment ferru- » gineuses), mêlées de sables.... Les » nègres, ajoute le relateur, n'ont » remarqué autre chose pour la con- » noissance des mines d'or de ce pays, » sinon que les terres les plus sèches » et les plus stériles, sont celles qui » en fournissent le plus ». (*Hist. gén. des Voyag. t. 2, p. 640*).

Une contrée un peu plus voisine de l'équateur, appelée la *Côte d'or*, a fourni aux Portugais, et ensuite aux Hollandais, des trésors immenses en poudre d'or, d'où est venu le nom que porte cette côte.

Mais c'est en AMÉRIQUE sur-tout, où la nature a répandu l'or avec une sorte de profusion. Dans les îles mêmes qui avoisinent ce grand conti-

nent, on en a trouvé des quantités considérables.

La seule île de Saint-Domingue en fournissoit assez pour qu'on en fît quatre fontes par an dans les villes de Buena-Ventura et de la Conception-de-la-Vega. Charlevoix dit que le produit de ces quatre fontes montoit à 460 mille marcs d'or; mais ce fait n'a nulle vraissemblance, car ce seroit une valeur de 368 millions monnoie de France : il y a sûrement quelque erreur.

Dans le continent, toutes les provinces du Mexique ont de riches filons d'argent aurifère : l'une des plus fameuses est celle de Mezquital, dont le minerai contient, suivant Bowles, 30 onces d'argent et 22 grains d'or par quintal.

Le Pérou, le Chili ont également de nombreux filons d'or mêlé d'argent; mais tous ces filons qui se trouvent dans les contrées montueuses, et

qui sont si riches en argent, ne fournissent que la plus petite portion de l'or qui vient d'Amérique. C'est dans les vallées, c'est dans les plaines, et presque à la surface du sol, qu'on trouve l'or disséminé dans les sables ferrugineux, d'où on le retire par le lavage.

A l'arrivée des Espagnols dans le Nouveau-Monde, l'or se présentoit presque par-tout sous leurs pas. Si l'on en croit les relateurs, le vent couvroit leurs habits de poudre d'or (probablement mêlée de mica).

Les fouilles les plus riches se sont faites dans les plaines du Mexique, sur les plages de Costa-Rica, de l'isthme de Panama et du Darien : dans les larges vallées de la Nouvelle-Grenade, qui fut d'abord nommée la Castille-d'Or ; dans le Choco, dans le Popayan et dans les terres du Pérou et du Chili.

Le judicieux Frézier, qui a si bien

observé ces dernières contrées, dit que : « Les terres qui contiennent l'or » sont ordinairement rougeâtres (c'est-» à-dire ferrugineuses), et l'on trouve » l'or à peu de pieds de profondeur ».

Dans le Brésil, c'est de même une terre ferrugineuse, ainsi que nous l'apprend M. d'Andrada, qui contient, avec les diamans de Serro-Dofrio, une quantité d'or considérable.

En un mot, dans toute la zône torride, dès que l'on découvre une couche de terre ferrugineuse mêlée de sable, on est assuré d'y trouver de l'or : il semble que le fer et le quartz soient compagnons inséparables et nécessaires de ce métal.

Dans les fouilles que l'on fait au Choco, l'on trouve l'or et le platine à cinq à six pieds de profondeur, et les nègres reconnoissent qu'ils sont parvenus à la couche aurifère, par une chaleur extraordinaire qu'ils éprouvent aux pieds. Cet effet est uniquement

dû à la nature ferrugineuse de cette couche ; les rayons perpendiculaires du soleil ont bientôt rendu brûlante cette terre métallique.

On a répété mille fois que cet or qui se trouve dans les terreins sablonneux, avoit été détaché des filons renfermés dans les montagnes, et ensuite transporté par les eaux dans les vallées et dans les plaines. Parmi plusieurs considérations puissantes qui m'obligent de m'écarter de cette opinion, je ne m'arrêterai qu'à celle-ci, qui me paroît décisive.

Tous les filons des montagnes sont incomparablement plus abondans en minerai d'argent qu'en minerai purement aurifère. Les débris de ces minerais d'argent auroient donc aussi été transportés par les eaux, et plus aisément encore, puisque l'argent, soit à l'état d'oxide ou simplement mêlé avec le soufre, l'arsenic, et d'autres oxides métalliques, auroit été bien plus léger, bien

plus facile à transporter et à disséminer dans les plaines que des grains d'or massif. Cependant on n'en a jamais découvert un atome dans les terres aurifères, quoiqu'il dût s'y trouver dans une proportion au moins décuple de celle de l'or.

Buffon, qui a prévu cette objection, a cherché à l'atténuer, en disant que les acides de l'eau, de l'air et de la terre, avoient détruit l'argent et n'avoient laissé subsister que l'or.

Mais comme on ne connoît dans la nature aucun de ces acides qui dévorent l'argent, et que les plus minces pièces de monnoies d'argent de l'antiquité qui, depuis plus de vingt siècles, gisent dans la terre, n'ont pas éprouvé la moindre altération, l'objection subsiste dans toute sa force.

L'argent qui étoit à l'état natif dans les filons, devroit donc se trouver en nature avec l'or, dans les plaines, si cet or venoit en effet des filons. Quant

à l'argent qui pouvoit se trouver à l'état d'oxide, il auroit depuis long-temps repris sa forme métallique dans ces climats brûlans; car le savant Fourcroy nous apprend, que «la lumière » forte du soleil a la propriété de dé» gager l'oxigène en air vital, de plu» sieurs de ses combinaisons, comme » des oxides de mercure, d'ARGENT, d'or, &c.». (*Chim. t. v, p. 145, cinquième édition.*)

Il sembleroit donc que c'est bien uniquement parce que les sables ferrugineux de la zône torride ont la propriété de concourir, avec l'action du soleil, à la formation de l'or, que ce métal s'y trouve disséminé, et non pour y avoir été transporté d'une manière qui, à tous égards, me paroîtroit inconcevable.

Il semble même que dans nos climats, l'or se forme journellement dans les végétaux, comme le fer et le manganèse. D'après des analyses dont

l'exactitude ne sauroit être contestée, les cendres de nos végétaux contiennent plus de 40 grains d'or par quintal. (*Chaptal, Chim. t. 2, p. 401.*)

Et comme deux chênes de grandeur moyenne peuvent fournir un quintal de cendres, si l'or qu'on en retire avoit été extrait et pompé par les racines de ces arbres, du terrein avec lequel elles se trouvoient immédiatement en contact, il faudroit supposer que le sol de nos forêts seroit cent fois plus riche en poudre d'or que tous les sables d'Afrique et du Choco; et comme cela n'est pas, il faut nécessairement conclure que l'or qui se trouve dans les cendres, s'est formé dans les végétaux.

ADDITION

aux propriétés générales des métaux.

En parlant des métaux en général, j'ai témoigné mon desir de voir quelqu'un de nos grands chimistes donner une table de leur affinité avec l'oxigène. J'en ai parlé au savant Vauquelin, qui m'honore de son amitié; et il a bien voulu me communiquer la table suivante, qu'il m'a permis de publier; elle est le fruit des nombreux travaux qu'il a faits sur les substances métalliques. On remarquera dans la note qu'il a ajoutée à cette table, la modeste défiance avec laquelle il la propose. Elle ne peut qu'augmenter la confiance qu'on doit à tout ce qui vient de ce célèbre chimiste.

Table des métaux, suivant leur affinité avec l'oxigène, par N. Vauquelin.

« Il y a 21 métaux dont l'adhérence » avec l'oxigène est dans l'ordre qui » suit, en commençant par ceux qui » y tiennent le moins.

1°. L'or.	12°. L'antimoine.
2°. L'argent.	13°. Le cobalt.
3°. Le mercure.	14°. Le tungstène.
4°. Le platine.	15°. Le molybdène.
5°. Le tellure.	16°. L'urane.
6°. Le cuivre.	17°. L'étain.
7°. Le plomb.	18°. Le fer.
8°. Le bismuth.	19°. Le zinc.
9°. Le chrôme.	20°. Le manganèse.
10°. L'arsenic.	21°. Le titane.
11°. Le nickel.	

» Il y a sans doute dans cette liste » quelques métaux qui ne sont pas » placés dans le véritable rang qu'ils

» doivent occuper relativement à l'af-
» finité qu'ils ont avec l'oxigène, parce
» qu'il a été jusqu'à présent impossible
» de le déterminer ; et ce n'est que
» d'après quelques apperçus, qu'on a
» cru devoir les disposer ainsi. Mais au
» moins la plus grande partie se trouve
» arrangée selon l'ordre naturel ob-
» servé par l'expérience.

» Ce n'est point la facilité avec la-
» quelle les métaux brûlent ou s'oxi-
» dent, ni la précipitation des uns par
» les autres, de leurs dissolutions dans
» les acides, qu'on a prise ici pour base
» de l'ordre observé entr'eux, mais la
» difficulté qu'il y a de les séparer de
» l'oxigène par l'action du feu, en les
» supposant tous oxidés au *maximum* :
» cette manière de mesurer l'adhé-
» rence des métaux à l'oxigène, quoi-
« que sujette à quelques inexactitudes,
» en renferme cependant beaucoup
» moins que toutes les autres dont on
» s'est servi jusqu'à présent.

» La seule manière exacte qu'il y » ait de parvenir à cette connoissance, » seroit de mettre chaque oxide mé» tallique successivement en contact » avec tous les autres métaux, tant » à froid qu'à chaud; mais ces expé» riences seroient longues et difficiles; » quelques-unes seulement ont été » faites jusqu'ici ».

VOLCANS.

Le but de cette Histoire des Minéraux étant essentiellement de présenter les rapports que les différentes substances minérales ont avec l'histoire générale du globe, j'ai dû faire précéder ce que j'avois à dire sur les matières volcaniques, de l'histoire même des volcans, d'autant plus que je la considère sous un point de vue absolument neuf, et qui m'a paru être conforme à la marche de la nature et aux faits observés.

J'ai fait connoître cette théorie dans un Mémoire lu à l'Institut le 1er ventôse an VIII (20 février 1800), et qui a été inséré dans le *Journal de Physique* du mois suivant (germinal). Comme je n'aurois pu que répéter en d'autres termes ce que j'ai dit dans ce mémoire,

il m'a paru qu'il valoit mieux le mettre sous les yeux du lecteur, tel qu'il a été présenté à l'Institut (1). Plusieurs savans distingués en ont jugé les vues saines, et ont pensé qu'elles étoient propres à jeter un grand jour sur cette partie obscure de l'histoire de la terre.

Recherches sur les Volcans, d'après les principes de la chimie pneumatique.

> Il est temps de rapprocher la géologie de la physique et de la chimie.
>
> HUMBOLDT, *Ann. de chim. tom.* 27.

Les théories qu'on a données jusqu'ici des phénomènes volcaniques, sont fort ingénieuses sans doute; mais leurs auteurs même en ont reconnu l'insuffisance, et ont avoué qu'il y

(1) Les notes ont été ajoutées après la lecture ; mais elles se trouvent presque toutes dans le Journal de Physique.

avoit dans ces phénomènes quelque chose de mystérieux.

Dans ces derniers temps, Spallanzani, Sénebier, et quelques autres naturalistes du premier ordre, éclairés par la nouvelle chimie, ont reconnu qu'il y avoit décomposition d'eau dans les volcans; il est malheureux que ces hommes célèbres n'en aient pas donné une théorie complète, fondée sur des principes aussi lumineux (1).

Je vais, à l'aide de ces principes, rechercher l'origine des volcans, et tenter l'explication de leurs principaux phénomènes; cette entreprise est très-difficile, et je me tromperai plus d'une fois; mais je crois au moins que mes recherches, sous ce nouveau point de vue, ne seront pas tout-à-fait inutiles.

---

(1) Le savant Faujas m'a dit que dans ses leçons de géologie, il faisoit aussi entrer pour beaucoup la décomposition de l'eau dans les phénomènes volcaniques.

Le phénomène qui a toujours le plus singulièrement embarrassé les observateurs, c'est la production intarissable des laves. Mais la belle hypothèse de Laplace (*Exposition du systême du monde, tome 2, page 301, in-8°.*), suivant laquelle le globe terrestre et les autres corps planétaires ont été formés par la concrétion d'un fluide aériforme émané du soleil, me semble jeter un grand jour sur ce phénomène.

En effet, si les matières les plus solides qui composent la masse de la terre, ont été dans un état de fluidité aériforme, on peut aussi concevoir, à l'aide de la chimie pneumatique, que les matières solides vomies par les volcans, sont dues à des substances gazeuses devenues concrètes.

La ressemblance frappante qui existe entre la plupart des laves et les roches primitives, a souvent embarrassé les plus habiles observateurs; ils con-

viennent que, sans le secours des circonstances locales, il seroit impossible de distingner certaines laves granitiques et porphyriques d'avec les porphyres et les granits de première formation.

Dans les laves comme dans les roches primitives, les attractions électives des molécules intégrantes ont produit des cristaux pierreux, d'après les loix de la nature qui ont été si savamment interprétées par le savant Haüy. Et cette identité de composition des roches et des laves, me semble prouver évidemment qu'il y a eu identité dans le mode de leur formation (1).

(1) Je ferai ici quelques remarques à l'occasion des cristaux qui se trouvent dans les laves : suivant les anciennes théories, on supposoit qu'ils avoient préexisté dans les roches dont les laves étoient, disoit-on, composées. Mais cette supposition entraînoit des difficultés extrêmes, et l'on trou-

Mais comment s'opèrent les phénomènes volcaniques, et quels sont les fluides qui y concourent ?

Pour répondre à cette question, il faut se rappeler d'abord quelle est l'organisation de l'écorce de la terre.

---

voit à chaque pas des faits contradictoires ou inexplicables. On voyoit, par exemple, des laves qui imitoient parfaitement le granit, et dont, par conséquent, tous les élémens étoient cristallisés. Or, il est bien difficile de concevoir qu'une matière où rien n'est en fusion, où tout est cristallisé, puisse avoir de la fluidité, sur-tout quand on considère que dans la cristallisation confuse du granit, tous les cristaux se confondent et se pénètrent mutuellement. Spallanzani parle d'une lave dont la masse est presque entièrement composée de cristaux groupés de feld-spath ; mais comment ces groupes de cristaux pouvoient-ils se mouvoir, sans un fluide qui leur servît de véhicule ; et comment les cristaux ne se seroient ils pas égrisés, entièrement déformés par le frottement ? On voit des laves où le quartz paroît avoir été fluide, et qui con-

Les géologues savent que le granit qui s'étend à une profondeur inconnue, est presque par-tout recouvert par des couches schisteuses primitives, qui souvent alternent avec des couches de granit.

---

tiennent des aiguilles de schorl et des prismes hexaèdres de mica ; cependant on sait qu'il n'y a aucune comparaison entre la fusibilité de ces substances et celle du quartz. Les cristaux de mica sont d'ailleurs très-difficiles à conserver, par la facilité avec laquelle leurs feuillets se séparent ; et cette multitude incroyable de prismes isolés de schorls volcaniques qui tombent comme la grêle pendant les éruptions, et qu'on trouve en si grande abondance dans les cendres du Monte-Rosso au pied de l'Etna ; comment concevoir qu'ils aient été en même temps si complètement dépouillés de leur gangue, et si parfaitement conservés eux-mêmes, qu'ils n'ont perdu ni la vivacité de leurs angles, ni le brillant de leur poli ? Il me paroît, d'après ces difficultés et une infinité d'autres, que ces cristaux ne sont point préexistans aux laves, mais que ce sont des

Je ne parlerai pas des couches secondaires et tertiaires : elles n'entrent pour rien dans les phénomènes volcaniques ; elles ne peuvent qu'y mettre obstacle.

Les schistes primitifs sont composés

---

substances qui, en passant de l'état aériforme à une consistance solide, par l'effet des attractions, ont pris une forme régulière, comme nous voyons dans nos laboratoires le soufre se sublimer en vapeurs qui forment ces petits cristaux connus sous le nom de fleurs de soufre. La seule différence, c'est que dans nos petites opérations, les cristaux sont microscopiques, et que dans les grands ateliers de la nature ils ont un volume plus considérable. Il est probable que le fluide électrique qui joue un si grand rôle dans les volcans, contribue pour beaucoup à la formation de ces cristaux isolés. Suivant les observations d'Aldini (*Ann. de chim. tom.* 29), l'électricité a la propriété de modifier la forme extérieure des corps : c'est elle qui donne à la neige, tantôt la forme étoilée, tantôt une forme globuleuse, etc. On sait d'ailleurs que les phos-

de feuillets qui, dans le principe, furent parallèles à la surface du globe, et qui sont toujours parallèles entre eux, quelle que soit leur situation actuelle.

---

phures et les phosphates mis en fusion, prennent subitement une forme polyèdre ; et je parlerai ci-après du rapport qui existe entre le fluide électrique et le phosphore. J'ajouterai enfin, relativement aux cristaux des laves, que l'observateur Buch vient de démontrer jusqu'à l'évidence, dans un excellent mémoire, que les *leucites*, si abondantes dans les laves et les tufa d'Italie, sont d'une formation postérieure, puisque souvent elles contiennent un noyau de la lave même ou du tufa qui leur sert de matrice. Et il me paroît qu'une preuve aussi directe de la formation de la leucite postérieurement à celle des laves, doit naturellement s'étendre à tous les autres cristaux qui s'y trouvent contenus. Aussi Ferber et d'autres naturalistes très-éclairés, avoient toujours pensé que ces cristaux étoient en effet d'une formation postérieure à l'éjection des laves.

Ces couches schisteuses ont été plus ou moins fracturées par une cause générale, que je n'examine pas ici; mais malgré ces déchiremens partiels, elles s'étendent depuis les montagnes des continens jusques sous le fond des mers où elles forment des montagnes semblables.

C'est dans ces schistes argileux primitifs que les volcans trouvent leur aliment, ainsi que l'ont pensé les plus habiles observateurs. « Il semble, dit » Dolomieu, que les roches argileuses » contiennent en abondance, *et peut-* » *être exclusivement*, les matières com- » bustibles qui entretiennent l'inflam- » mation des feux souterrains ». (*Lipari*, *pag. 69.*)

Si ce grand Naturaliste a depuis cherché l'origine des éjections volcaniques au centre même de la terre, c'est qu'il a vu clairement qu'il étoit impossible que ces matières eussent existé simultanément et en masse

dans les couches schisteuses. Cette supposition qu'on avoit admise, faute de mieux, est en effet aussi peu vraisemblable, que si l'on disoit que toute l'eau de la Seine, qui a coulé et qui coulera, a eté simultanément renfermée dans un même réservoir.

La masse énorme des éjections volcaniques avoit toujours donné des doutes sur leur origine, à tous les observateurs éclairés.

Les seuls volcans du centre de la France, ceux dont nous devons la connoissance et une savante description à Desmarets, ont, d'après les calculs de Faujas, vomi plus de soixante et douze billions de mètres cubes de laves. (*Vivarais, p. 267.*)

Si l'on ajoute à ces éjections le soufre et le bitume qui auroient dû les mettre en fusion, suivant les anciennes théories, on aura une masse totale au moins décuple ; et le vide qu'elle

auroit laissé sous le milieu de la France seroit effrayant.

L'Italie, d'après les observations les plus récentes, est criblée de volcans, et couverte d'un bout à l'autre de laves et de tufa d'une épaisseur énorme. S'il existoit des vides souterrains proportionnés à de telles éjections, l'Italie seroit suspendue sur des abîmes, et prête à disparoître de l'Europe.

Si l'on réunissoit toutes les éjections de l'Etna, et qu'on supposât des vides équivalens, l'imagination épouvantée verroit sous ce volcan des cavernes plus vastes que la Sicile entière, et dont les voûtes ramollies par le feu ne se soutiendroient qu'à l'aide d'un miracle continuel.

Comment d'ailleurs concilier avec ces prétendus gouffres, l'existence des lacs qui remplissent si fréquemment les anciens cratères. J'en ai vu

dans l'Asie boréale, vers les sources du fleuve Amour, sur des montagnes très-élevées, coniques et isolées. S'il eût existé des cavernes sous la base de ces montagnes, la colonne d'eau prolongée depuis la surface de ces lacs jusques dans ces profondeurs, auroit exercé une pression incalculable qu'aucun obstacle n'auroit pu vaincre : l'eau se seroit ouvert un passage, et le lac eût disparu.

Je vois encore que par-tout où il y a eu des volcans, le sol, bien loin de s'affaisser, comme cela arrive toujours dans les lieux où des incendies souterrains ont consumé des couches de charbon de terre, a au contraire acquis un exhaussement quelquefois très-considérable.

J'observe enfin que l'intermittence des éruptions volcaniques est un phénomène qui, dans les anciennes théories, n'a jamais pu recevoir d'explication vraisemblable.

Revenons donc à une théorie plus analogue à la marche constante et simple de la nature, qui répare à mesure qu'elle consomme, qui anime tout par une circulation continuelle ; et nous reconnoîtrons que ces matières inépuisables vomies par les volcans, sont le produit d'une circulation de diverses substances gazeuses, comme les rivières sont le produit de la circulation des eaux; et que les couches schisteuses sont aux volcans, ce que les montagnes sont aux fleuves : les unes et les autres attirent et condensent des fluides qui deviennent ici des torrens d'eau, là des torrens de feu et de matières solides.

Je pense à l'égard des laves, ce que deux hommes accoutumés à soulever le voile de la nature, Lavoisier et M. Humboldt, ont soupçonné à l'égard des terres en général, que ce sont des oxides dont la base est encore inconnue; et j'ai hasardé quel-

ques conjectures sur la nature de cette base (1).

Pour expliquer la circulation des fluides volcaniques et leur concrétion en matières solides, rappelons d'abord quelques-unes des découvertes de la

---

(1) Je sais que de nos jours les conjectures, les hypothèses sont proscrites de l'étude de la nature, et qu'on les regarde comme plus propres à retarder la marche de la science qu'à lui faire faire des progrès ; et rien n'est plus vrai en général ; mais quand ces conjectures sont fondées sur des analogies et sur des rapprochemens de faits, et de grands faits géologiques, je ne pense nullement qu'elles soient inutiles et qu'on doive les proscrire. Elles étendent les vues de l'observateur, et lui font remarquer des rapports qui lui auroient échappé.

Je n'ignore pas que l'observation exacte et simple des faits, est ce qu'il y a de plus précieux pour la science ; j'en ai tellement senti l'importance, que c'est pour recueillir des faits, que j'ai consacré à des voyages les dix plus belles années de ma vie : j'en ai passé huit à parcourir les immenses

chimie moderne, qui trouveront ci-après leur application. Je dirai donc:

1°. Que les terres, et sur-tout l'argile, ainsi que les métaux, attirent puissamment l'oxigène de l'atmosphère.

2°. Que l'acide muriatique enlève

---

chaînes de montagnes de l'Asie boréale, depuis les monts Oural jusqu'au-delà du méridien de Pékin, et j'ai recueilli tous les faits relatifs à l'histoire de la terre, autant qu'il m'a été possible.

Mais que diroit-on d'un homme qui passeroit sa vie à tirer péniblement des matériaux de la carrière, sans jamais se bâtir une cabane? Las de me traîner sur des tas de pierres, j'ai essayé de construire un édifice : le plan peut-être en est bizarre et la construction peu solide; mais l'imagination du moins peut s'y promener un instant, et la vue des matériaux placés dans un certain ordre, peut lui faire concevoir un arrangement plus heureux. Si l'édifice s'écroule, sa chute n'écrasera personne, et les matériaux pourront être employés dans un édifice plus solide.

l'oxigène aux oxides métalliques, et devient *acide muriatique oxigéné.*

3°. Que le gaz hydrogène est enflammé par le gaz muriatique oxigéné et par l'étincelle électrique, et que le *gaz hydrogène phosphoré* détone par le seul contact de l'air.

4°. Qu'une combinaison d'hydrogène, de carbone et d'un peu d'oxigène, forme de l'huile, et que cette huile modifiée par l'acide sulfurique, devient un bitume.

5°. Que le phosphore est, de tous les corps combustibles, celui qui fixe le plus l'oxigène.

6°. Que le charbon a la propriété de décomposer l'eau à une température un peu élevée.

Rappelons-nous maintenant que tous les volcans en activité, sans exception, sont dans le voisinage de la mer, et qu'à mesure qu'elle s'est éloignée des autres, ils se sont éteints.

C'est donc dans les eaux de la mer

qu'il faut chercher leur aliment principal; et cet aliment me paroît être l'acide muriatique.

C'est entre les tropiques que les eaux de l'Océan sont plus chargées de sel que par-tout ailleurs, et c'est aussi entre les tropiques qu'existe l'immense majorité des volcans brûlans (1). Au Pérou, la seule province de Quito en a seize, qui viennent de ravager une immense étendue de pays. On connoît les volcans des Antilles, ceux des îles du Cap Verd, de la mer d'Afrique et

(1) Quand cet article a été lu, Laplace a fait la remarque importante que, dans le soleil, et même dans certaines planètes, les taches qu'on y observe sont toutes dans le voisinage de l'équateur. Il paroîtroit donc que c'est à une cause plus générale que celle que j'assigne aux volcans de la terre, que leur existence seroit due. Je ferai toujours volontiers le sacrifice de mes opinions à la découverte, et même au simple soupçon d'une vérité qui leur seroit contraire.

des Indes ; on connoît ces îles nombreuses de la vaste mer du Sud, qui forment une zône volcanique qui accompagne l'équateur dans une étendue de plus de 150 degrés de longitude.

Les volcans peu nombreux qui se trouvent à de hautes latitudes, tels que ceux d'Islande, du Kamtchatka, du Mont Saint-Elie près du détroit de Cook ; et dans l'hémisphère austral, ceux de la terre de Feu, sont tous précisément sur le passage des courans généraux de l'Océan, qui portent les eaux de l'équateur vers les pôles, de sorte que ces volcans participent à la forte salure des eaux des tropiques.

A l'égard des volcans d'Italie, ils sont dus à une circonstance très-particulière et qui prouve d'une manière frappante l'emploi que les volcans font du sel marin.

La Méditerranée, sept fois plus étendue que la surface de la France, perd par l'évaporation, incomparablement plus

d'eau qu'elle n'en reçoit par les fleuves; et pour retablir l'équilibre rompu par cette déperdition, les eaux de l'Océan (comme l'observe Buffon) y coulent avec une très-grande rapidité par le détroit de Gibraltar, et lui apportent journellement une immense quantité de sel qui, une fois entré, n'en ressort plus. Il y a donc long-temps que le bassin de la Méditerranée seroit comblé de sel marin, si les volcans des Deux-Siciles, placés au milieu de cette mer, n'étoient là pour en opérer la décomposition.

J'ai dit que les couches schisteuses avoient éprouvé des fractures plus ou moins fréquentes; c'est par ces fissures, où elles présentent la tranche de leurs feuillets, que les couches sous-marines absorbent, et le fluide muriatique dont elles sont abreuvées, et les diverses fluides de l'atmosphère que les eaux leur transmettent.

L'acide muriatique, suivant Four-

croy (*Chim. tom. II, pag. 256*), paroît être libre à la surface de la mer, et cet acide, en effet, s'y forme journellement; il semble donc qu'étant plus pesant que l'eau, une partie, au moins, peut arriver jusqu'aux couches schisteuses, sur-tout quand elles se trouvent à peu de profondeur (1).

---

(1) J'observerai, à l'occasion de l'acide marin, que si la chimie jette un grand jour sur certains faits géologiques, la géologie, à son tour, peut fournir aux chimistes d'utiles sujets de méditation, et leur préparer de grandes découvertes. Dolomieu, Pallas et d'autres observateurs, ont remarqué, comme un fait général et sans exception, que les sources salées et les couches de sel gemme, sont constamment accompagnées d'une très-grande quantité de soufre, soit pur et solide comme en Sicile, où il forme des couches de trente pieds d'épaisseur, soit combiné avec l'oxigène, dans les gypses et les argiles. Il me semble donc que cette constante association du soufre et du sel marin dans le sein de la terre, annonce entre ces deux substances une prodigieuse

Mais cet acide fût-il engagé dans une base alkaline ou terreuse, l'acide sulfurique qui abonde dans les schistes l'en auroit bientôt débarrassé. Ces

---

affinité ; mais comme le soufre, soit pur, soit à l'état d'acide sulfurique, se rencontre très-fréquemment sant être accompagné de sel marin, tandis que celui-ci ne se présente jamais sans le soufre, il semble que ce dernier contribue essentiellement à la génération de l'autre : c'est un problême que la nature propose aux chimistes.

J'observerai encore que les nitrates sont toujours accompagnés de muriates ; on le remarqué sur-tout dans les nitrières de la Pouille, où maintenant les lessives donnent autant de muriate de soude que de nitrate de potasse. Et M. Humboldt dit expressément qu'il a observé dans les vastes plaines de la Cujavie, que l'acide muriatique s'y forme dans l'atmosphère tout comme l'acide nitrique.

Si j'osois citer mes propres observations, je dirois des déserts de la Sibérie, ce que dit M. Humboldt des plaines de la Cujavie : tout annonce que le sel marin se forme

schistes contiennent de l'acide sulfurique libre, dont j'expliquerai ci-après la formation ; ils contiennent des sulfures métalliques, plusieurs sulfates,

---

journellement dans les lacs de ces déserts. Ces lacs sont dans des plaines sans bornes ; à peine ont-ils une toise de profondeur : leur fond est parfaitement horizontal et couvert d'une argile noire qui infecte le foie de soufre. Tous les ans ces lacs se remplissent à moitié de l'eau des pluies et des neiges fondues ; dans l'été ils se dessèchent, et leur fond est couvert, dans les uns, d'une croûte de muriate de soude; dans les autres, souvent très-voisins, d'une croûte de sulfate de magnésie.

Tous les ans on enlève la croûte de sel marin, et l'année suivante il s'en trouve une pareille ; si on ne l'enlève pas, un an, dix ans après il n'y en a pas un atome de plus. On ne peut pas soupçonner que des sources salées alimentent ces lacs ; voici un fait qui paroît le démontrer, indépendamment de mille autres circonstances. Deux rivières immenses, l'Ob et l'Irtiche, prennent leur source à peu de distance l'une de

des oxides de fer, de manganèse, &c., et beaucoup de charbon, ainsi que l'a observé M. Humboldt.

Dès que l'acide muriatique est in-

---

l'autre, dans les montagnes primitives de l'Altaï, où il n'y a certainement pas de mine de sel. Ces rivières s'écartent ensuite l'une de l'autre de plus de 150 lieues, et se réunissent après un cours d'environ 400 lieues. L'espace qu'elles laissent entre elles est un immense désert qu'on nomme les Landes ou *Step du Baraba;* et ce même désert est tout parsemé de ces petits lacs salés. Cependant il paroît évident que les deux rivières profondes qui l'environnent de tous côtés ne permettent pas la communication avec des sources salées, qui d'ailleurs n'existent nulle part dans ces contrées : les sels ne se rencontrent jamais que dans les eaux stagnantes; et il me semble que ces sels ne sauroient avoir d'autre source que l'atmosphère elle-même. C'étoit aussi l'opinion de Lavoisier. *Il paroît*, dit-il, *que l'acide muriatique* SE FORME JOURNELLEMENT *dans les lieux habités, par la*

troduit dans ces schistes, il y dépouille de leur oxigène les oxides métalliques, et devient acide muriatique oxigéné.

---

combinaison de miasmes et de fluides aériformes (Chim. tom. 1, p. 265).

A ces diverses observations on peut joindre un grand fait géologique très-frappant; c'est la salure de la mer Noire. Cette mer reçoit, par les fleuves, beaucoup plus d'eau qu'elle n'en perd par l'évaporation; aussi Buffon dit-il *qu'elle coule avec rapidité par le Bosphore, dans la mer de Marmara, et de là par le détroit des Dardanelles dans la mer de Grèce* (*tom. 2, p. 52*). Il sembleroit donc que depuis long-tems cette mer devroit être un lac d'eau douce; cependant ses eaux sont tellement salées, qu'elles déposent sur les côtes de la Crimée une immense quantité de sel qu'on enlève chaque année pour l'approvisionnement des états voisins, et qui fait le principal commerce des villes de Sebastopol et d'Eupatorie (*Pallas, Tauride, p. 32*). Or on ne voit pas d'où pourroit venir ce sel, s'il n'étoit formé par les fluides de l'atmosphère.

De nouvel oxigène attiré sans cesse de l'atmosphère à travers l'eau, soit par l'argile, soit par les métaux, se combine de nouveau avec eux ; un nouvel acide muriatique l'enlève, et ainsi successivement.

Cet acide muriatique oxigéné, pressé par la colonne d'eau supérieure; ou attiré par les feuillets schisteux qui font l'office de tubes capillaires, s'étend de plus en plus, et bientôt se propage au loin. Il rencontre de toutes parts les sulfures de fer dont les schistes sont remplis, il les décompose avec violence; il y a un puissant dégagement de calorique, formation d'acide sulfurique, et décomposition d'eau par l'intermède du charbon. Une portion de l'hydrogène de cette eau se combine avec le charbon et un peu d'oxigène, et forme de l'huile; l'acide sulfurique se combine avec cette huile et forme du pétrole; l'autre portion de l'hydrogène est enflammée par de

nouveau gaz muriatique oxigéné ; le pétrole réduit en gaz s'enflamme aussi, et l'incendie commence.

Mais ces feux seroient éteints presqu'aussi-tôt qu'allumés, si le plus puissant agent ne venoit sans cesse redoubler leur activité : cet agent c'est le fluide électrique.

Il est fortement attiré de l'atmosphère par le fer et les autres métaux contenus dans les schistes; c'est ce que prouve le grand phénomène des trombes si fréquentes dans les mers des tropiques où chaque île est un volcan. Les trombes sont la communication établie entre les nuées électriques et les schistes ferrugineux, par l'intermède des eaux de la mer. Ces schistes sont donc souvent frappés par des torrens de fluide électrique, qui, trouvant entre leurs feuillets des corps isolés par les bitumes ou sur des cristaux de quartz, tels que les sulfures de fer, de plomb, &c. éprouve des

détonations multipliées, et renouvelle l'inflammation de l'hydrogène et des autres gaz qui ne cessent de se dégager par la réaction réciproque des divers agens.

Voilà bien, me dira-t-on, du feu et des flammes; mais où sont les matériaux des laves ?

Je crois pouvoir les trouver dans les fluides mêmes qui forment l'incendie.

Je cherche d'abord l'origine du soufre qui abonde si fort dans les laves, qu'il entretient leur déflagration pendant plusieurs mois, et même pendant des années entières. Si je dis que j'entrevois le principe de ce soufre dans le fluide électrique lui-même, cette proposition paroîtra d'abord au moins hasardée : cependant l'on sait que la foudre laisse après elle une forte odeur de soufre, et que souvent même les effets qu'elle produit décèlent la présence de ce combustible. Or, il n'y a aucun corps connu, à ce que je crois, qui donne l'odeur du soufre sans en

contenir, quoique beaucoup en contiennent sans en répandre l'odeur. J'oserois donc supposer que le soufre n'est autre chose que le fluide électrique lui-même devenu concret; de même que le diamant n'est autre chose qu'une concrétion de gaz carbonique, comme l'ont prouvé les belles expériences de l'un des premiers chimistes de l'Europe (1).

Je dirois encore que le phosphore, qui a tant de propriétés communes avec le soufre, n'en est qu'une modification; c'est le soufre combiné avec une autre substance, peut-être la lumière.

(1) L'énorme quantité d'acide sulfurique qui se forme tous les ans en Sibérie, pour composer le sulfate de magnésie (le sel d'Epsom), qui couvre les déserts, et qui est tous les ans dissous et emporté par les eaux, est un fait qui tend fortement à prouver que le soufre est un produit du fluide électrique: il n'y a point de contrée peut-être au monde, où ce fluide soit aussi abondant qu'en Sibérie.

Les physiciens connoissent l'odeur de phosphore qu'exhale le fluide électrique ; et il y a un fait plus décisif encore, et qui me semble prouver d'une manière directe la présence du phosphore dans ce fluide, c'est l'inflammation du gaz hydrogène par la détonation électrique.

Ce phénomène a été jusqu'ici un de ceux dont la cause étoit la moins connue ; mais la présence du phosphore dans le fluide électrique en donneroit l'explication ; car l'hydrogène deviendroit par le contact de ce fluide, gaz hydrogène phosphoré ; et l'on sait que ce gaz a la propriété de détoner par le seul contact de l'air, à cause de la puissante attraction du phosphore pour l'oxigène de l'atmosphère : attraction qui est prodigieusement augmentée par l'extrême division du phosphore.

J'ajouterois que la formation journalière du soufre et du phosphore, dans les êtres organisés et les miné-

raux, doit faire penser qu'ils sont dus à la présence d'un fluide universellement répandu; et ce ne peut être, ce me semble, que le fluide électrique.

En admettant donc la présence du phosphore dans ce fluide, je lui attribuerois la propriété de fixer l'oxigène et quelques autres gaz sous forme solide (les plus savans chimistes nous ont appris que le phosphore est de tous les corps combustibles celui qui absorbe l'oxigène le plus solide). Une observation très-curieuse de M. Humboldt vient à l'appui de mon opinion: il a reconnu que les pluies électriques contiennent de la *terre calcaire* (*Ann. de Chim. tom. 27, p. 143*). Or, cette terre ne sauroit être, comme la pluie électrique elle-même, qu'une substance composée de toutes pièces, par une opération chimique due à l'action de la foudre (1).

(1) Mon opinion sur la formation des ma-

La formation de cette terre, constatée par l'observation de M. Humboldt, expliqueroit la présence de la terre calcaire dans les laves, ainsi que la formation de ces masses de carbonate calcaire ; si fréquemment vomies par le Vésuve, et qui ont donné la for-

---

tières terreuses par la combinaison de divers gaz, a bientôt reçu un commencement de confirmation, au moins relativement aux terres *calcaire* et magnésienne. Plus de deux mois après la lecture de mon mémoire, Guyton-Morveau a rendu compte à l'Institut, dans la séance du 6 floréal an 8 (26 avril 1800), de diverses expériences faites sous ses yeux, qui prouvent :

1°. Que la *chaux* est un composé d'azote, d'hydrogène et de carbone.

2°. Que la *magnésie* est composée de chaux et d'azote, c'est-à-dire des mêmes élémens que la chaux, avec surabondance d'azote.

3°. Que la *soude* est composée de magnésie et d'hydrogène.

4°. Que la *potasse* est composée de chaux et d'hydrogène carboné.

ture à tous les observateurs. On peut les regarder comme le produit de la concrétion d'une portion d'oxigène et d'une portion d'azote, de cet azote que Fourcroy regarde, avec tant de sagacité, comme le principe des terres alkalines. Il est bien remarquable que ces carbonates calcaires vésuviens contiennent tous les cristaux volcaniques : et cette circonstance doit faire penser qu'ils ont la même origine que les laves, et qu'on ne sauroit les regarder comme des pierres d'ancienne formation.

Tout concourt à confirmer l'opinion de Lavoisier et de M. Humboldt, qui soupçonnent que les terres sont des oxides dont la base est encore inconnue. Cette base pourroit être le phosphore et un principe métallique dont je parlerai ci-après. Les diverses combinaisons de l'oxigène et de ces deux substances, formeroient les huit terres connues et celles qu'on pourra découvrir dans la suite.

L'oxigène qui doit servir à former les éjections volcaniques, se trouve en quantité inépuisable, à portée des volcans sous-marins; les détonations du fluide électrique et l'inflammation du pétrole ne cessent de décomposer l'eau; son hydrogène s'échappe, comme l'a observé Dolomieu aux îles de Lipari, où la mer bouillonne de tous côtés, par l'effet de ce dégagement; et l'oxigène est fixé sous cette forme terreuse qui faisoit autrefois donner le nom de *chaux* aux oxides métalliques.

Lorsque par la retraite de la mer, la bouche des volcans s'est trouvée à découvert, le même phénomène a continué d'avoir lieu. J'ai dit ci-dessus que les schistes forment dans la mer des montagnes comme sur les continens; c'est principalement vers la base de ces montagnes sous-marines que s'introduit la plus grande quantité de sel marin; car, suivant l'observation de Darcet, l'eau de la mer est beau-

coup plus chargée de sel au fond qu'à la surface. C'est donc par les fissures qui se trouvent vers la base de la montagne, que sont absorbés les alimens du volcan; et les gaz qui se forment vont s'échapper vers le sommet, toujours en suivant, comme par une cheminée, les interstices des couches schisteuses qui sont inclinées comme les flancs de la montagne.

Arrivés à ce sommet découvert, les gaz ne rencontrent plus l'oxigène de l'eau de la mer; il ne leur reste que celui de l'air, celui des vapeurs aqueuses de l'atmosphère, et celui de l'acide muriatique oxigéné qui s'échappe avec eux. A l'instant de leur détonation, ces différentes portions d'oxigène sont fixées; mais les éjections solides qu'elles forment sont peu de chose, quant à la masse, en comparaison de celles que fournissoient les volcans sous-marins; car ce sont les éjections sous-marines qui ont formé, soit les grandes

chaussées basaltiques dont l'immensité nous frappe d'admiration, soit ces vastes couches de glaise grise bleuâtre qui ont jusqu'à 20, 30, 50 mètres d'épaisseur, sans mélange d'aucun corps étranger; qui sont les mêmes dans toutes les contrées de la terre, et qui ne sauroient avoir d'autre origine vraisemblable : elles sont dues surtout aux *volcans vaseux* dont je parlerai ci-après.

Quant à la variété qu'on observe dans les paroxysmes des volcans, elle est due aux circonstances locales; les uns ont une sphère d'activité qui s'étend au loin, sans interruption; ceux-là éprouvent des paroxysmes rares mais violens : tels sont le Vésuve et l'Etna; d'autres se trouvent circonscrits dans d'étroites limites, par des filons de quartz, qui souvent coupent les couches schisteuses perpendiculairement à leur plan, et qui interrompent la propagation des fluides volcaniques:

ceux-là ont des paroxysmes fréquens mais foibles; d'autres enfin semblent être tout-à-fait isolés, et leurs paroxysmes se succèdent sans interruption; mais ils n'ont aucun effet désastreux ni même effrayant ; ce n'est qu'une grande et belle expérience de physique.

Tel est le volcan de *Stromboli*, l'un des plus curieux qui existent, et dont l'examen peut jeter le plus de jour sur les phénomènes volcaniques. Il est dans une des îles Eoliennes, au nord de la Sicile ; et Dolomieu en a donné la plus intéressante description. Ce volcan existoit déjà du temps de Pline ; ses éruptions se font, de temps immémorial, sans discontinuer, de demi-quart-d'heure en demi-quart-d'heure, et il semble qu'à chaque instant la nature y démontre la concrétion des gaz en matière pierreuse, comme un chimiste la démontreroit dans son laboratoire.

« Le cratère enflammé, dit Dolo-

» mieu, est dans la partie du nord-
» ouest de l'île, sur le flanc de la mon-
» tagne ; je lui vis lancer pendant la
» nuit, *par intervalles réglés de 7 ou 8*
» *minutes*, des pierres enflammées qui
» s'élevoient à plus de 100 pieds de
» hauteur, qui formoient des rayons
» un peu divergens, mais dont cepen-
» dant la majeure quantité retomboit
» dant le cratère : les autres rouloient
» jusqu'à la mer. Chaque explosion
» étoit accompagnée d'une bouffée de
» flammes rouges.... Les pierres lancées
» ont une couleur d'un rouge vif *et sont*
» *étincelantes;* elles font l'effet d'un feu
» d'artifice ».

J'observe en passant que ces masses *étincelantes et qui font l'effet d'un feu d'artifice*, annoncent que leur base est combustible.

Le jour suivant, Dolomieu étant monté sur la montagne, il continue ainsi sa description :

« Du sommet de la haute pointe on

» domine sur le cratère enflammé....
» Il est très-petit ; je ne lui crois pas 50
» pas de diamètre ; il a la forme d'un
» entonnoir *terminé en bas par une*
» *pointe*. Pendant tout le temps que je
» l'ai observé, les éruptions se succé-
» doient avec la même régularité que
» pendant la nuit..... Les pierres lan-
» cées par le volcan.... formoient
» des rayons divergens. La majeure
» partie retomboit dans la coupe ;
» elles rouloient jusqu'au fond du cra-
» tère, sembloient obstruer l'issue que
» s'étoient faite les vapeurs à l'ins-
» tant de l'explosion, et elles étoient
» rejetées de nouveau par l'éruption
» subséquente. Elles sont ainsi ballo-
» tées jusqu'à ce qu'elles soient brisées
» et réduites en cendres. *Mais le vol-*
» *can en fournit toujours de nouvelles* ;
» *il est intarissable sur ce genre de pro-*
» *duction*. L'approche de l'éruption
» n'est annoncée par aucun bruit ni
» murmure sourd dans l'intérieur de

» la montagne, et l'on est toujours surpris lorsqu'on voit les pierres s'élever en l'air..... Il est des temps où les éruptions sont plus précipitées et plus violentes; les pierres *décrivent des rayons plus divergens;* elles sont jetées à une assez grande distance dans la mer. En général l'inflammation est plus considérable l'*hiver* que l'été; plus à l'approche des *tempêtes* et pendant leur durée, que dans les temps calmes ». (*Lipari, p. 113.*)

L'auteur ajoute (*p. 122*): « Le Stromboli est le seul volcan connu qui ait d'aussi fréquentes éruptions... La fermentation des autres augmente progressivement.... ici l'éruption se fait sans pouvoir être prévue...... Il *semble que ce soit un air ou des vapeurs inflammables* qui s'allument subitement, et qui font explosion en chassant *les pierres qui se trouvent sur leur issue* ».

Ces faits si bien décrits prouvent,

ce me semble, 1°. que les feux du Stromboli sont entretenus par une cause toujours renaissante : car il répugne à la raison de supposer que ces éruptions si anciennes, si régulières, si continuelles, soient dues à des agens qui s'épuiseroient sans se renouveler.

2°. Que les masses pierreuses sont instantanément formées par le contact de l'air, à-peu-près comme le gaz fluorique siliceux forme subitement du quartz par le contact de l'eau. Il seroit en effet bien difficile de concevoir par quelle magie, de sept en sept minutes, il se trouveroit toujours, à point nommé, la même quantité de matières pierreuses prêtes à être vomies par cette bouche qui se referme aussi-tôt; et il est encore remarquable que cette émission de masses pierreuses ne change rien à la forme régulière de cette bouche, qui a la figure d'un *entonnoir terminé en bas par une pointe.*

3°. Que le foyer du volcan est à une

très-petite profondeur, puisqu'il n'y a absolument ni commotions, ni bruits souterrains, et que d'ailleurs les pierres lancées décrivent des rayons très-divergens; car on sait qu'une pièce d'artillerie écarte d'autant plus la mitraille, qu'elle est plus courte.

4°. Que le fluide électrique est un des principaux agens des volcans, puisque c'est dans les temps orageux, et pendant l'hiver, que les paroxysmes volcaniques augmentent de fréquence et de force.

J'ajouterai, relativement à la profondeur du foyer des volcans en général, et aux prétendus gouffres qu'on suppose exister sous leurs cratères, que tout cela paroît purement idéal. J'ai déjà parlé des lacs qui sont dans les anciens cratères, et dont l'existence détruit absolument l'idée de ces vastes cavernes creusées par l'imagination sous les montagnes volcaniques. Ces cavernes sont supposées avoir fourni

et fournir encore la matière des laves avec la matière même qui compose leurs parois. Mais comment des parois fusibles ne se ramollissent-elles pas par l'action de ces feux éternels, dont on les dit échauffées? et comment ne s'écroulent-elles jamais sur elles-mêmes, étant chargées sur-tout du poids immense d'une montagne ? Qu'on demande à un verrier ce qui arriveroit s'il construisoit son four avec la matière même dont il fait des bouteilles ; assurément il répondra que bientôt le four couleroit en verre de toutes parts ; que la voûte s'affaisseroit, que tout se confondroit, et que la masse vitrifiée étoufferoit complètement le feu.

Il faut donc en revenir à cette idée simple, que les volcans ne sont, comme les fontaines, que des émanations de fluides sans cesse renouvelés. Leur bouche n'est autre chose que le soupirail, ou plutôt l'assemblage des soupiraux et des interstices des feuillets

schisteux par où s'échappent les différens gaz, dont une partie s'enflamme et se dissipe dans l'atmosphère, et l'autre se condense en *coulées de laves*, comme nous voyons les fontaines des Alpes former, pendant l'hiver, des *coulées de glace.* Ces deux faits me paroissent avoir une très-grande analogie.

Les interstices qui ont donné passage aux différens gaz, peuvent bien se dilater à un certain point, par les explosions réitérées, mais ils ne forment jamais que de légers vides, qui sont bientôt comblés par les matières mêmes des éjections, quand le volcan vient à s'éteindre; et alors les eaux de pluie et de neige, en se rassemblant au fond du cratère, y forment un lac, à moins qu'il ne se trouve quelque crevasse dans cet amas de matières solidifiées, qui forme le cône dont le cratère occupe le sommet.

Je sais que Buffon, qui admettoit

l'existence des gouffres volcaniques, a dit qu'il s'étoit formé des lacs à la suite de quelques tremblemens de terre; mais ces lacs n'ont absolument rien de commun avec les volcans. N'a-t-on pas vu des montagnes entières abîmées, et des lacs formés subitement dans les Alpes? Saussure et d'autres observateurs en citent plusieurs exemples. N'a-t-on pas vu dans ce siècle se former subitement le lac de *Lourde*, au pied des Pyrénées? cependant ni les Pyrénées, ni les Alpes, ne présentent aucun indice de volcans.

Je ferai voir ailleurs que les lacs en général sont dus à l'affaissement des couches pierreuses qui ont été excavées par des courans d'eau souterrains. Quand une fois le vide existe, un tremblement de terre peut déterminer un affaissement qui auroit eu lieu de lui-même un peu plus tard.

Je sais qu'on a beaucoup parlé de villes englouties; et il n'est que trop

certain que Lisbonne, Messine, Lima, et beaucoup d'autres cités, ont été renversées, détruites par des secousses de tremblemens de terre; mais elles ont été si peu englouties dans des gouffres, qu'on les a reconstruites sur le même sol.

Herculanum et *Pompeïa* sont devenues souterraines, mais ce n'est pas parce que leur sol a été abîmé; c'est au contraire parce qu'un nouveau sol est venu couvrir l'ancien, comme cela arrive toujours dans les contrées volcanisées.

Je sais, et j'ai éprouvé moi-même, que dans quelques endroits le terrein résonne sous les pieds dans le voisinage des volcans; mais c'est toujours quand on marche sur leurs éjections, où mille causes ont pu produire des cavités accidentelles; mais on n'observe jamais ce retentissement quand on est sur l'antique sol.

Eloignons donc absolument toute

idée de gouffres et d'abîmes creusés sous les volcans ; ils ne sont que le fruit d'une imagination effrayée et de notre amour pour le merveilleux.

Le volcan de *Stromboli* offre encore un phénomène aussi curieux qu'instructif, et qui est dû, comme les autres, à une opération chimique : c'est une fontaine qui sort du milieu des cendres et des scories. Écoutons Dolomieu : « Je descendis la montagne, dit-» il, en courant sur les cendres mou-» vantes dont elle est couverte..... Je » côtoyai une déchirure considérable.... » et je vis.... que l'intérieur de la mon-» tagne est formé presqu'entièrement » de cendres et de scories.... Je ren-» contrai à moitié hauteur une source » d'eau froide, douce, légère, et très-» bonne à boire.... Cette petite fon-» taine, dans ce lieu très-élevé, au » milieu des cendres volcaniques, est » très-remarquable ; elle ne peut avoir » son réservoir que dans une pointe

» de montagne isolée, toute de sable et
» de pierres poreuses, matières qui ne
» peuvent point retenir l'eau, puis-
» qu'elles sont perméables à la fumée ;
» d'ailleurs, comment se peut-il que
» la chaleur intérieure et l'ardeur d'un
» soleil brûlant, ne dissipent pas toute
» l'humidité et toute l'eau dont peut
» s'être abreuvé pendant l'hiver ce
» sommet de montagne » ? (*Lipari*, *p. 120.*)

Il est aisé de voir, d'après les découvertes de la nouvelle chimie, que cette source, dont l'origine étoit introuvable dans l'ancien état de la science, est due à une formation d'eau chimique et subite. Les deux gaz hydrogène et oxigène s'échappent avec les autres gaz de l'intérieur du volcan : une portion de ces deux gaz se rencontre, détone, et forme l'eau de la source. L'autre portion va sortir séparément par la bouche du volcan ; l'hydrogène s'échappe sous la forme

d'une flamme rouge, et l'oxigène est fixé sous forme solide, comme je l'ai dit ci-dessus.

Il reste maintenant une grande difficulté à résoudre ; c'est la présence du fer si abondamment contenu dans les laves.

Pour expliquer sa formation, j'ai recours à une hypothèse qui est fondée sur une puissante analogie, et qui d'ailleurs rendroit raison de plusieurs phénomènes qu'on n'a pas encore expliqués.

Nous avons vu, d'après la belle théorie de Laplace, que la terre a été formée par un fluide émané du soleil ; et cette théorie est aussi conforme aux faits géologiques, qu'aux loix de l'astronomie. L'étude que j'ai faite de la structure du globe terrestre m'a appris que depuis le sommet des montagnes jusques dans les profondeurs des mines, toutes les matières qui composent l'écorce de la terre, ont dû être dans un

état de dissolution parfaite, et qu'elles se sont consolidées graduellement et par couches. Aussi cette grande conception de Laplace me paroît-elle bien moins une hypothèse, que l'histoire même de la formation de notre globe.

Or ce fluide qui, par sa concrétion, a formé le globe terrestre, étoit certainement un *fluide métallifère :* cela paroît prouvé, non-seulement par le fer qui est si abondamment répandu sur la surface de la terre, mais encore par les observations et les expériences de Maskeline et de Cavendish, qui nous apprennent que la pesanteur spécifique du globe terrestre est du double de la pesanteur spécifique du cristal de roche. Il est donc au moins vraisemblable que le noyau de la terre est en grande partie métallique, et sur-tout ferrugineux, comme l'annoncent les phénomènes généraux du magnétisme.

Mais, s'il émana jadis du soleil un fluide métallifère aussi abondant, il

doit exister encore quelque légère émanation semblable ; car la nature modifie bien ses opérations, mais je doute qu'elle les interrompe jamais complètement.

Je dirois donc que ce fluide, ce principe métallique, est absorbé, comme les autres fluides, par les couches schisteuses ; qu'il y forme le fer dont elles sont toujours remplies : qu'il forme également le fer des laves ; et enfin qu'il concourt avec le phosphore à fixer l'oxigène sous cette forme terreuse que lui donnent toujours les substances métalliques.

L'existence d'un pareil fluide n'est nullement chimérique : elle est même prouvée d'une manière directe par une expérience de M. Humboldt, qui a recueilli dans les mines, des gaz qui contenoient du fer en dissolution.

J'ai aussi fréquenté les mines, et j'y ai vu que tout est pénétré d'un fluide extrêmement fugace, qui a un

coup-d'œil gras, une odeur assez pénétrante, et qui rend friables les pierres les plus dures, quelques instans encore après qu'on les a tirées de leur gîte; j'en ai fait l'épreuve, même sur des gemmes, et j'ai brisé avec facilité des topazes et des prismes d'aigues-marines d'un à deux pouces de diamètre, que je conserve encore dans ma collection. Quelques mineurs ont appelé ce fluide *spiritus metallorum* : des hommes qui passent leur vie à suivre, à flairer les traces de la nature, peuvent quelquefois la prendre sur le fait.

Je me demande maintenant, si ce fluide émané du soleil avec la lumière, ne pourroit pas se décomposer comme elle : l'ensemble de sa substance formeroit la matière ferrugineuse, comme l'ensemble des rayons lumineux forme la lumière incolore; les autres métaux seroient le produit de sa décomposition.

Mais quel est le prisme qui décom-

pose ce fluide ? c'est, jusqu'à présent, le secret de la nature. Peut-être le calorique et la lumière sont-ils ses agens principaux, car c'est entre les tropiques qu'on trouve la plus grande variété de substances métalliques, et la moindre quantité de fer. Au contraire, plus on s'éloigne de l'équateur, et plus le fer devient abondant, à mesure que les métaux précieux deviennent plus rares.

La présence de ce gaz métallifère pourroit expliquer la coloration des corps organisés : phénomène dont la cause est si peu connue.

Elle expliqueroit la formation des filons métalliques, par l'attraction que les schistes argileux exerceroient sur ce fluide, qui seroit ensuite réuni en masse, et modifié dans leur sein par le jeu des attractions particulières. On sait que ces schistes sont le gîte ordinaire des filons mêtalliques ; et l'un de nos plus habiles chimistes a observé que l'affinité de l'argile pour les métaux est

si grande, qu'il est infiniment rare d'en trouver qui en soit exempte.

L'existence d'un *gaz métallique* dans l'atmosphère ne paroissoit point impossible à Lavoisier, ainsi qu'il le dit formellement dans ses Elémens de Chimie (t. 1, p. 255) à l'occasion de l'acide marin, où de célèbres chimistes ont soupçonné un principe métallique; et je ferai ici un rapprochement de faits qui semblent prouver en même temps, et la présence universelle d'un fluide métallifère, et son influence sur la formation de l'acide muriatique.

J'ai dit que l'eau de la mer devenoit d'autant plus salée, qu'on approchoit davantage de l'équateur (1).

(1) C'est un fait que vient encore de reconnoître M. Humboldt, dans sa traversée à Coumana; et son observation présente même une circonstance remarquable; c'est qu'il a trouvé une brusque diminution dans la salure de l'Océan à la hauteur de 18° de latitude boréale, précisément à l'instant où

Voici, d'après Inghen-Housz, la progression de la salure des eaux de l'Océan : les mers du nord contiennent $\frac{1}{64}$ de leur poids de sel marin ; la mer d'Allemagne $\frac{1}{32}$; la mer d'Espagne $\frac{1}{16}$, et l'océan des tropiques depuis $\frac{1}{12}$ jusqu'à $\frac{1}{8}$. (*Expér. sur la végét. p. 284.*)

Or j'observe en même temps, que c'est précisément dans un sens inverse que se fait l'augmentation des métaux.

---

son vaisseau passoit dans le voisinage des îles du Cap Verd, qui sont remplies de volcans. Dès qu'il a dépassé ce point, la salure de l'Océan a continué d'acquérir une augmentation progressive. Je crois pouvoir attribuer cette anomalie au voisinage des volcans qui absorboient nne grande partie du sel marin.

Je dirai la même chose à l'occasion de l'eau de la mer analysée par Bergman ; elle avoit été prise aux Canaries à 300 pieds de profondeur, et il a trouvé qu'elle ne contenoit que $\frac{1}{20}$ de son poids de muriate de soude. Cela ne me paroît point étonnant; cette eau baignoit le pied du pic de Ténériffe, l'un des plus puissans volcans de la terre.

Entre les tropiques, les substances métalliques sont variées; et il y en a de précieuses; mais en total, leur masse est peu considérable; et, dans le langage de la nature, pour qui l'or et le fer sont égaux, on peut dire que la zône torride est aussi pauvre en métaux, que les régions polaires sont pauvres en sel marin; mais, à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, les matières métalliques augmentent en masse : tout comme en s'éloignant des pôles, le sel marin augmente en abondance.

Il sembleroit donc que, conformément au soupçon de quelques chimistes, le principe métallisant entre dans la composition de l'acide muriatique. Près de l'équateur, ce principe concourt à former beaucoup de sel marin, et une petite masse de métaux. Vers le nord, au contraire, il formeroit peu de sel dans la mer, mais il satureroit de fer des chaînes entières de montagnes.

La grande affinité de l'oxigène pour le radical de l'acide marin semble confirmer sa nature métallique ; et les expériences de Proust, qui trouve toujours un gaz mercuriel dans le muriate de soude, sont une preuve de plus.

Ces faits annoncent que la nature a pris les moyens les plus efficaces pour fixer l'oxigène à la bouche des volcans sous la forme terreuse que lui donnent toujours les substances métalliques.

Il me reste à parler de cette singulière espèce de volcans appelés *volcans vaseux* ou *volcans d'air et de boue*. Leurs phénomènes ont les mêmes causes que ceux des volcans ignivomes ; mais elles y sont moins développées ; ce ne sont en quelque sorte que des embryons de volcans. Ils n'en sont que plus instructifs pour l'observateur ; car, ainsi que les ébauches d'un artiste nous font connoître quel est son génie, de même les ébauches de la nature peuvent, parfois, nous apprendre quelle est sa marche.

Ces phénomènes sont assez fréquens : Spallanzani a décrit ceux de Modène connus sous le nom de *Salses*; Pallas a observé ceux de Crimée, et Dolomieu ceux de Macalouba, près d'Agrigente en Sicile. Voici ce qu'en dit cet excellent observateur :

« Le sol de tout le pays est calcaire ; » il est recouvert de montagnes d'une » argile grise et ductile, qui contient » assez souvent un noyau gypseux. Le » hasard a placé au milieu de celle de » Macalouba une source d'eau salée ; » elles sont en très-grand nombre dans » un pays où les mines de sel gemme » sont très-communes. (*Nota*. Sans la présence de tout ce sel marin, le phénomène que va décrire Dolomieu n'existeroit pas.) « Cette montagne à » base circulaire peut avoir 150 pieds » d'élévation..... Elle est terminée par » une plaine un peu convexe, qui a un » demi-mille de contour.... On y voit » un grand nombre de cônes tronqués :

» ils portent à leurs sommets de pe-
» tits cratères en forme d'entonnoirs...
» Le sol sur lequel ils reposent est une
» enveloppe grise desséchée.... qui re-
» couvre un vaste et immense gouffre
» de boue.... Il s'élève à chaque ins-
» tant du fond de l'entonnoir, une
» argile grise délayée à surface con-
» vexe.... Cette bulle, en crevant avec
» bruit, rejette hors du cratère l'ar-
» gile qui coule, à la manière des la-
» ves, sur les flancs du monticule :
» l'intermittence est de 2 ou 3 mi-
» nutes.

» Je trouvai, ajoute Dolomieu, sur
» la surface de quelques-unes de ces
» cavîtés, une pellicule d'*huile bitu-
» mineuse*, d'une odeur assez forte,
» que l'on confond souvent avec celle
» du soufre..... Cette montagne a ses
» momens de grande fermentation,
» où elle présente des phénomènes.....
» qui ressemblent à ceux qui annon-
» cent les éruptions dans les volcans

» ordinaires : on éprouve, à une dis-
» tance de deux ou trois milles, des
» secousses de tremblemens de terre,
» souvent très-violens.... Il y a des
» éruptions.... qui élèvent perpendi-
» culairement, quelquefois à plus de
» 200 pieds, une gerbe.... d'argile dé-
» trempée.... Ces explosions se répè-
» tent trois ou quatre fois dans les
» vingt-quatre heures.... elles sont ac-
» compagnées d'une odeur fétide de
» foie de soufre..... et quelquefois,
» dit-on, de fumée.....

» Mais, ajoute Dolomieu, je recon-
» nus que le feu.... ne produisoit au-
» cun des phénomènes de cette mon-
» tagne; et que si, dans quelques érup-
» tions il y a eu fumée et chaleur,
» ces circonstances ne sont qu'acces-
» soires.... Dans les environs.... il y a
» plusieurs monticules où l'on voit les
» mêmes effets, mais en petit... On les
» nomme *Maccaloubette* ». (*Lipari*,
p. 153 à 168.)

D'après ces observations de Dolomieu, on voit qu'il y a là une grande abondance de sel marin; qu'il y a du pétrole, du gaz hydrogène sulfuré, et beaucoup de matières terreuses vomies. Mais ces matières sont en quelque sorte indigestes; il leur manque en grande partie, l'agent le plus actif des volcans, le fluide électrique, dont les couches calcaires sont de mauvais conducteurs.

Les phénomènes des volcans vaseux de la Crimée et des Salses de Modène, sont, de tout point, semblables à ceux de Macalouba. Mais ce qu'il est important sur-tout de remarquer, c'est que les circonstances locales y sont exactement les mêmes : par-tout le sol est calcaire; par-tout le sel marin très-abondant; par-tout il y a du pétrole et de l'hydrogène sulfuré; par-tout enfin, la terre vomie est une argile grise bleuâtre, où Spallanzani a trouvé les mêmes élémens que Berg-

man a trouvés dans le basalte : beaucoup de silice ; de l'alumine, de la chaux, de l'oxide de fer, et un peu de magnésie : et l'on sent aisément que l'identité de composition de ces deux substances n'est pas un effet du hasard.

Les volcans vaseux de Macalouba sont fort anciens : Strabon et Solin en parlent, mais le passage de Solin m'a singulièrement frappé. « La campagne » d'Agrigente, dit-il, vomit des tor- » rens de limon, et, tout ainsi que les » eaux des fontaines ne cessent d'ali- » menter les ruisseaux, de même ici un » sol inépuisable tire éternellement de » son sein une matière terreuse qui » ne tarit jamais ».

Ager Agrigentinus eructat limosas scaturigines ; et, ut venæ fontium sufficiunt rivis subministrandis, ita in hâc Siciliæ parte, solo nunquam deficiente, æternâ rejectione, terram terra evomit.

Solin, à qui cette comparaison étoit

inspirée par la force de l'évidence, étoit loin d'en sentir l'admirable justesse. Il ne pouvoit pas se douter que ces éjections terreuses fussent formées de toutes pièces, par une opération chimique parfaitement semblable à celle qui produit cette portion de l'eau des ruisseaux qui est fournie par les pluies électriques; car cette eau a été subitement formée d'hydrogène et d'oxigène; mais ici, au lieu d'hydrogène il s'est présenté à l'oxigène une autre base (telle que le principe métallique qui paroît contenu dans l'acide marin), et au lieu de former de l'eau, l'oxigène a formé une substance terreuse.

Les montagnes d'argile qui couvrent tout le pays, suivant l'observation de Dolomieu, sont évidemment le produit de ces *éternelles éjections* dont parle Solin; et je demande d'où l'on voudroit que fussent venus les maté-

riaux de ces montagnes, si l'on rejette l'origine que je leur attribue.

La terre qui a été observée par M. Humboldt dans l'eau des pluies électriques, et qui est, ainsi que cette eau même, un produit chimique, donne lieu d'espérer que la chimie et la physique parviendront à *faire* de la terre de toutes pièces, comme elles sont parvenues à composer de l'eau. L'un sera aussi merveilleux que l'autre, mais assurément ne le sera pas davantage.

Quand on compare ces volcans, habituellement vaseux, à ces eruptions boueuses qui ont lieu quelquefois dans les volcans ordinaires, comme on le voit au Vésuve, et comme on vient de le voir au Pérou, d'après le rapport de Cavanilles, on reconnoît que c'est un même effet dû aux mêmes causes; dans l'un et l'autre cas, le fluide électrique s'est trouvé en proportion trop foible avec les autres gaz, pour tout

enflammer, et pour donner aux éjections une consistance plus solide.

Le contraire arrive dans les îles de la zône torride ; tous leurs volcans rejettent des matières vitrifiées, et notamment une immense quantité de pierres-ponces qui couvrent quelquefois l'Océan dans un espace de plusieurs centaines de lieues : phénomène qui est dû à l'abondance du fluide électrique qui leur est continuellement fourni par les trombes si fréquentes dans ces parages. J'observe en même temps que ces éjections ne contiennent presque point de fer, par une suite de la cause générale qui fait disparoître ce métal dans le voisinage de l'équateur.

C'est aux éruptions vaseuses des volcans sous-marins, que me paroît due la formation des chaussées basaltiques, et de ces énormes couches de glaise grise-bleuâtre, où la silice, quoique dominante, est si intimement

combinée, qu'elle n'ôte rien à leur ductilité. Les basaltes contiennent les mêmes élémens que ces glaises ; ils sont comme elles sans mélange de corps étrangers ; leur pâte n'a point les soufflures des laves ; il me semble donc qu'on peut les regarder comme un produit de la voie humide, et qu'il n'y a d'autre différence entre les chaussées basaltiques et les grandes couches de glaise, sinon que les unes, saturées d'acide carbonique, ont éprouvé une cristallisation plus ou moins confuse qui leur a donné de la solidité (car comme l'observe un célèbre chimiste, il y a toujours cristallisation quand un corps passe de l'état fluide à l'état concret). D'autres éjections privées de ce gaz carbonique, sont demeurées dans leur état de mollesse, et forment les couches de glaise. L'identité de ces deux substances est prouvée par la décomposition des basaltes qui se convertissent en argile par la seule désu-

nion de leurs parties. Ce fait a été remarqué par tous les observateurs ; et Faujas a si bien reconnu l'identité des argiles et des éjections volcaniques, qu'il dit formellement : « Je suis con-
» vaincu que bien des matières qu'on
» a prises pour des argiles naturelles...
» ne sont que de véritables produc-
» tions volcaniques, altérées ou dé-
» composées ». (*Vivarais, p. 192.*)

Cela est parfaitement exact, surtout à l'égard des petites couches d'argile plus ou moins mêlées de matières étrangères ; mais les grandes couches dont l'épaisseur est énorme et l'homogénéité parfaite, il me semble qu'elles ont dû être immédiatement vomies telles qu'elles sont : si elles étoient le produit d'une décomposition lente et graduée, il seroit bien extraordinaire qu'on n'y trouvât pas un seul grain de sable étranger.

Après avoir parlé des volcans vaseux, je dois faire mention d'un autre

phénomène curieux, décrit par Lalande, dans son Voyage d'Italie (*t. 11, in-8°. p. 136*). Ce phénomène est d'autant plus intéressant, qu'il fait en quelque sorte la contre-partie des *volcans vaseux*. Ce sont les feux de Pietra-Mala, dans l'Apennin.

« Le plus beau spectacle, dit La-» lande, que la physique offre dans » ces montagnes, est le feu de Piétra-» Mala.... Le terrein d'où cette flamme » s'exhale, a 10 ou 12 pieds en tout » sens; il est sur le penchant d'une » montagne à mi-côte.... Cette flamme » est bleue en certains endroits, rouge » dans d'autres... L'odeur de cette » flamme sembloit tenir un peu du » soufre, ou plutôt de l'huile de pé-» trole.... Madame Laura Bassi me » disoit qu'elle y trouvoit une odeur » approchante de celle qu'on apperçoit » dans les expériences d'électricité. Il » est vrai, ajoute Lalande, que quand » le temps est disposé au tonnerre, la

» flamme de Pietra-Mala redouble de
» vivacité, ce qui sembleroit indiquer
» quelque rapport avec le feu élec-
» trique ».

Nous voilà donc assurés, d'après cette observation précise de Lalande, que c'est sur-tout au fluide électrique qu'est dû le phénomène de Pietra-Mala. Il est vrai que Spallanzani y a trouvé l'odeur du gaz hydrogène : Ferber, l'odeur du pétrole, et Dietrich, l'odeur de l'acide muriatique; mais tous ces observateurs ont également raison, car ces diverses fluides concourent tous en effet, à la formation de ces feux, et ils peuvent y dominer alternativement. Néanmoins le fluide électrique est l'agent principal : l'observation faite par Lalande, que ces feux augmentent dans les temps orageux, ne laisse aucun doute à cet égard; et comme alors il y a des averses, la décomposition de l'eau est plus considéble, en même temps que le fluide élec-

trique est plus abondant ; et ces deux circonstances concourent à l'augmentation des feux.

L'acide muriatique se trouve bien certainement à Pietra-Mala, car Dietrich, dans ses notes sur Ferber, dit qu'il en a retiré par la distillation de la terre argileuse sur laquelle paroissent les flammes ; mais il n'y est qu'en petite quantité, et il paroît qu'il lui faut, comme à l'acide nitrique, une terre alkaline pour excipient.

A Macalouba, au contraire, ainsi qu'aux Salses de Modène et de Crimée, où le sol est tout calcaire, les sels muriatiques sont très abondans ; tandis que le fluide electrique, peu attiré par des couches calcaires dépourvues de métaux, n'y joue qu'un foible rôle. Voilà pourquoi Pietra-Mala, pauvre en oxigène, mais abondant en fluide électrique, n'a que des feux et point d'éjections terreuses, et que les Salses, riches en oxigène, mais

pauvres en fluide électrique, n'ont que des éjections terreuses et presque point de feux.

On pourroit dire que Pietra-Mala a l'ame d'un volcan, et que Macalouba et les Salses n'en ont que le corps : leur réunion formeroit un volcan ordinaire.

Si, par malheur, quelqu'événement venoit à fracturer les couches calcaires de Macalouba, et à donner ainsi au fluide électrique un accès immédiat aux schistes ferrugineux qui leur servent de base, il me paroît probable qu'il s'y établiroit un volcan ignivome.

Par une raison contraire, l'on parviendroit peut-être à faire cesser, ou du moins à diminuer considérablement les funestes effets des volcans, si l'on pouvoit en écarter le fluide électrique par de puissans conducteurs prolongés à de grandes distances ; ou bien interdire, par des jetées de pouzzolane, l'infiltration de l'eau de

la mer dans les couches schisteuses qui sont à leur base ; ce qui ne seroit peut-être pas impossible, sur-tout quand la place où se fait cette infiltration est indiquée d'une manière précise, comme elle l'est au pied du Vésuve, par le pétrole qui s'élève du fond de la mer, près du fort de Pietra-Bianca (1).

J'observerai en passant, que c'est ce pétrole, sans cesse formé à la base

(1) Breislak, qui est d'ailleurs un très-habile observateur, suppose que ce pétrole vient d'un immense réservoir de bitume placé sous le Vésuve, et qui fournit l'aliment à ses feux ; mais des entrepreneurs qui feroient des fouilles pour extraire ce bitume, à coup sûr ne seroient pas plus heureux que ceux qui, au commencement de ce siècle, firent des travaux immenses pour trouver les bancs de sel gemme qui, suivant eux, devoit alimenter les sources salées de *Bex* en Suisse. Tous leurs travaux n'aboutirent qu'à trouver un rocher de gypse. En lisant l'histoire de ces travaux, il

sous-marine des volcans, qui donne l'amertume aux eaux de la mer. Le pétrole que fournissent les volcans éteints est l'effet continué des mêmes causes qui produisent celui des volcans brûlans (1).

Je ne m'étendrai pas sur les tremblemens de terre; il me semble facile de concevoir que les fluides aériformes dont j'ai parlé, et qui remplissent les interstices des feuillets schisteux qui

---

me sembloit voir ceux d'un homme qui chercheroit un magasin de goudron sous une forêt de pins, ou une source de limonade au pied d'un citronnier. Dans tous ces cas, on devroit se rappeler l'allégorie de la poule aux œufs d'or : c'est par l'effet d'une circulation continuelle de divers fluides, et par le jeu des attractions électives, que se forment journellement, dans le sein de la terre, les substances qui en sortent et celles qui y demeurent ensevelies.

(1) C'est ce pétrole, mêlé de molécules terreuses, qui a formé les couches de *houille*, ainsi que je l'exposerai ci-après.

s'étendent, quelquefois sans interruption, à des distances considérables, venant à s'enflammer par les détonations électriques qui se communiquent de proche en proche avec la rapidité de l'éclair, doivent donner à ces couches pierreuses des commotions presque simultanées dans des lieux même fort éloignés.

Résumé.

Tous les volcans en activité, sans exception, sont baignés par la mer, et ne se trouvent que dans les parages où le sel marin est le plus abondant.

Les volcans de la Méditerranée absorbent celui que les eaux de l'Océan y apportent sans cesse par le détroit de Gibraltar.

Les couches schisteuses primitives sont le laboratoire où se préparent les matériaux volcaniques, par une circulation continuelle de divers fluides; mais ces couches elles-mêmes ne four-

nissent rien de leur propre substance.

La sphère d'activité des volcans peut s'étendre au loin dans ces couches ; mais ils n'ont d'autre foyer que les soupiraux par où s'échappent les gaz, dont une partie se dissipe dans l'atmosphère, et l'autre devient concrète par la fixation de l'oxigène.

La concrétion de ces fluides est analogue à la concrétion des matières primitives du globe, suivant la théorie de Laplace, et les attractions électives y déterminent de même la formation des cristaux pierreux.

Les paroxysmes volcaniques sont proportionnés, pour la force et la durée, à l'étendue des couches schisteuses où se sont accumulés les fluides volcaniques. Ces fluides sont :

1°. L'*acide muriatique* qui enlève l'oxigène aux oxides métalliques des schistes, et devient acide muriatique oxigéné.

2°. L'*oxigène* de l'atmosphère qui

remplace, continuellement dans les métaux celui qui leur est enlevé par l'acide muriatique.

3°. Le *gaz carbonique* que l'eau absorbe de l'atmosphère, et transmet aux schistes, qui abondent toujours en charbon.

4°. L'*hydrogène* provenant de la décomposition de l'eau : une partie de cet hydrogène est enflammée par les détonations électriques ; l'autre, jointe à l'acide carbonique, forme de l'huile qui devient pétrole par sa combinaison avec l'acide sulfurique : c'est ce pétrole qui donne l'amertume aux eaux de la mer.

5°. Le *fluide électrique*, qui est attiré de l'atmosphère et sur-tout des trombes, par les métaux contenus dans les schistes. Le soufre paroît être la portion la plus homogène de ce fluide, devenue concrète. Le phosphore en est une modification, et il concourt à fixer l'oxigène. Le soufre formé

dans les schistes par le fluide électrique s'y combine avec l'oxigène, et forme l'acide sulfurique qui décompose le sel marin.

6°. Le *fluide métallifère :* il forme le fer dans les laves ; il est le générateur des filons métalliques, et le principe colorant des corps organisés. L'ensemble de sa substance donne le fer ; sa décomposition produit les autres métaux. Il est un des principes de l'acide marin, comme l'ont soupçonné de célèbres chimistes ; et il concourt avec le phosphore à fixer l'oxigène sous la forme terreuse.

7°. Enfin, le *gaz azote :* c'est à ce gaz que paroît due la formation des masses de carbonate calcaire vomies par le Vésuve, et de la terre calcaire contenue dans les laves.

Je finis en observant que dans une théorie un peu compliquée, quand tous les faits viennent se rattacher d'eux-mêmes au fil principal, il sem-

ble que ce soit le fil même de la nature : puissent les géologues chimistes avoir cette opinion de l'ébauche de théorie que je leur présente.

MATIERES VOLCANIQUES.

D'après la manière dont j'envisage les volcans, leurs produits comprendroient non-seulement les matières volcaniques proprement dites, mais généralement toutes les couches secondaires, de pierres calcaires, de glaises ou de grès, déduction faite de la portion qui leur a été fournie par les animaux marins, qui est peu considérable en comparaison de leur masse totale.

Mais comme j'ai déjà parlé de ces différentes matières, je ne ferai mention que des produits volcaniques déjà reconnus pour tels, comme le basalte, les laves, les pierres-ponces, les verres

de volcans, les tufs et cendres volcaniques, etc.

BASALTE.

Le basalte est le produit des éjections volcaniques sous-marines, composées des mêmes élémens que celles qui, dans les volcans supérieurs à la mer, forment aujourd'hui les laves.

Suivant l'analyse faite par Bergmann, il contient:

Silice	50
Alumine	15
Chaux	8
Magnésie	2
Oxide de fer	25
	100.

Les élémens de basalte, en sortant des soupiraux des volcans, ont été délayés dans les eaux de la mer, et se sont déposés de la même manière que les ar-

giles et les ardoises. Si la matière du basalte eût été dans un état de fusion, elle n'auroit pas parcouru des lieues entières; car dès que la lave touche la mer, elle se fige, elle s'arrête, et forme des promontoires.

Faujas a très-bien vu que le basalte est la matière volcanique primordiale, dont toutes les autres ne sont que des modifications.

Il ajoute qu'une belle question à traiter seroit celle de savoir pourquoi dans tous les volcans éteints de France, d'Italie, de Bohême, de Hongrie, des îles de l'Archipel et des îles de l'Océan indien, le basalte est toujours le même. (*Vivarais, préface, p. vij.*)

Je crois avoir résolu cette question, ou du moins avoir indiqué la véritable et seule route qui conduise à sa solution.

Le basalte est une pierre d'un gris noirâtre ou tirant sur le bleu, d'un tissu compacte et sans aucune souf-

flure; ce qui le distingue essentiellement des laves qui sont toujours plus ou moins poreuses. Il contient quelquefois des cristaux de schorl, de feldspath, &c. comme les roches primitives : il peut même contenir des globules qui paroissent différens du fonds de la pierre; mais on reconnoît qu'ils ont été formés par cristallisation et par le jeu des affinités, comme dans les roches glanduleuses, et non après coup et par infiltration, comme dans les laves.

Il a souvent une si grande ressemblance avec les trapps et les cornéennes, que sans le secours des circonstances locales, on demeureroit dans l'incertitude sur son origine.

Mais lorsqu'on trouve une masse ou une couche de cette matière sur un banc coquillier, ou sur des galets, ou sur de la houille, il est bien évident que c'est un basalte volcanique, et

non pas un trapp ni une cornéenne, qui sont des roches primitives.

Il se présente quelquefois en masses irrégulières; mais plus souvent sous des formes déterminées, tantôt en prismes polygones, tantôt en boules, et tantôt en couches ou tables parfaitement planes.

Basaltes en colonnes.

La forme prismatique est la plus ordinaire; et ce qu'on appelle des *chaussées basaltiques*, sont des assemblages immenses de prismes de basalte accolés les uns contre les autres, dans une situation ordinairement verticale, et dont la réunion imite des tuyaux d'orgue : ces prismes ont le plus souvent 5 ou 6 faces, et sont quelquefois d'une régularité admirable dans toute leur longueur. Leur volume varie depuis quelques pouces jusqu'à plusieurs pieds de diamètre, sur 5, 10, et même 50 à 60 pieds de hauteur.

La chaussée des Géans dans le comté d'Antrim au nord de l'Irlande, décrite par Hamilton, et la fameuse grotte de Fingal dans l'île de Staffa, à trente lieues au nord de cette chaussée, sont les monumens de ce genre les plus remarquables. Faujas a donné une belle description de cette grotte. (*Voyage, tom. II, p. 53.*) Elle est baignée par la mer, et l'on y entre en bateau quand elle est calme. Elle a 140 pieds de profondeur, et son ouverture en a 35 de large sur 56 de haut. Les colonnes qui en forment l'entrée et les parois, sont verticales; elles ont jusqu'à 45 pieds d'élévation, et sont de la plus parfaite régularité. Elles ont depuis un jusqu'à trois pieds de diamètre; la plupart sont articulées ou composées de tronçons qui s'emboîtent les uns dans les autres. Les plus grosses paroissent quelquefois formées par la réunion de plusieurs petits prismes. Les îles voisines de Staffa offrent

des colonnades à-peu-près semblables.

Nous avons aussi en France de superbes chaussées basaltiques. Faujas a décrit celles du Vivarais, et Legrand-d'Aussi celles d'Auvergne. Il y a au Kamtchatka de semblables chaussées, qui ont fait donner à deux rivières de cette presqu'île le nom de *Stolbova-reka*, c'est-à-dire rivières des colonnes.

Basalte en boules.

Le basalte se présente quelquefois sous une forme sphérique, et les boules ont depuis deux pouces jusqu'à cinq pieds de diamètre. Elles sont entièrement composées de couches concentriques, comme les boules de spath calcaire que Saussure a observées dans la montagne des Oiseaux près d'Hières.

Faujas a vu une de ces boules à Heart-Hill, sur la route d'Edimbourg à Glascou, qui a cinq pieds de diamètre, et qui présente un accident re-

marquable : son enveloppe extérieure a trois pouces d'épaisseur, et il règne un vide d'un pouce tout autour, entre cette enveloppe et la boule intérieure.

Le même savant a observé sur la côte occidentale d'Ecosse, que l'ancien château d'Oban est bâti sur une butte basaltique dont toute la face méridionale est formée par un assemblage de petites boules très-rondes, composées de feuillets qui peuvent se détacher jusqu'au centre.

Basalte en tables.

On voit à l'ancienne Chartreuse de Bonnefoi, au pied de la montagne de Mezinc dans le Velay, une superbe carrière de basalte disposé par couches horizontales, parfaitement parallèles les unes aux autres, et qui ont depuis six lignes jusqu'à deux pieds d'épaisseur. Ces couches elles-mêmes,

quoique d'un basalte très-sain et très-pur, peuvent, comme les couches d'ardoise, se diviser en feuillets minces, quand on les frappe sur le côté.

Toute la montagne du Mezinc est basaltique, et sa crête même est formée de semblables couches de basalte; on s'en sert dans le pays pour couvrir les maisons. Pazumot a observé la même chose dans les montagnes basaltiques d'Auv

LAVES.

Les laves sont les éjections volcaniques qui ont eu lieu depuis que les soupiraux des volcans se sont trouvés au-dessus du niveau de la mer.

La matière qui les compose, au lieu d'avoir été délayée dans les eaux, comme les éjections sous-marines, a été fondue et en partie scorifiée et brûlée par sa combinaison avec l'oxigène de l'atmosphère. Aussi remarque-t-on cons-

tamment que leur surface est beaucoup plus boursouflée, plus spongieuse que leur intérieur.

Autant les basaltes sont uniformes dans leur contexture, autant les laves varient par leurs caractères extérieurs : quoique, suivant la belle observation de Faujas, leurs élémens soient les mêmes que ceux du basalte : ces variétés tiennent à des causes tantôt locales et permanentes, et tantôt accidentelles.

Les laves sortent des volcans, soit par-dessus les bords du cratère, soit par quelque ouverture latérale, sous la forme de torrens enflammés, dont la marche est quelquefois assez lente, et d'autres fois assez rapide pour parcourir une lieue par heure. Leur volume et leur étendue varient suivant la puissance du volcan.

On voit sur l'Etna des courans de laves de 8 à 10 lieues de longueur. La fameuse éruption de 1669 en produisit

un qui avoit une lieue de large, et qui parcourut près de cinq lieues. Il détruisit une partie de la ville de Catane, et ne fut arrêté que par la mer.

Borelli, témoin oculaire, dit que la bouche qui l'avoit vomi et qui s'étoit ouverte sur les flancs de l'Etna, lança pendant trois mois des torrens de sable volcanique qui formèrent le Monte-rosso (qui a près de mille pieds de hauteur perpendiculaire).

C'est une circonstance assez ordinaire que les éruptions de laves soient suivies de semblables éjections, qui souvent sont en grande partie composées de petites aiguilles de schorl noir ou d'autres substances cristallisées.

Il y a une sorte d'éjection qu'on nomme *lave farineuse* : ce sont des éruptions qui se font par des bouches latérales des volcans, d'où l'on voit sortir des torrens de matière pulvérulente qui coule comme une matière fluide. Si cette matière étoit lancée

verticalement, elle se disperseroit dans les airs, et on la nommeroit *cendre volcanique.*

Quoique les laves aient quelquefois une marche assez rapide, elles ont peu de fluidité, et leur chaleur même n'est pas très-considérable. On peut marcher sur un torrent de lave coulante : on a vu des religieuses dont la maison en étoit environnée, s'échapper sans miracle, en les traversant, et M. Hamilton, par pure curiosité, en a traversé un de soixante pieds de large. Quand on jette un corps solide sur un courant de lave, le choc est le même que celui d'une pierre qui en frappe une autre.

Ces mêmes laves dont la chaleur a si peu d'activité, la conservent néanmoins pendant un temps incroyable. Spallanzani étant monté sur l'Etna en octobre 1788, enfonça un bâton dans les crevasses de la lave qui avoit coulé

en 1787, onze mois auparavant, et le bâton fut enflammé.

Hamilton observa le même phénomène dans une lave du Vésuve qui avoit coulé depuis trois ans et demi. Ces faits, et plusieurs autres encore plus extraordinaires, me semblent prouver que la lave reçoit de l'atmosphère les principes de cette longue incandescence.

A l'égard de la contexture des laves, ce sont celles de l'Etna qui sont les plus simples et les moins variées : elles sont en général à base de roche de corne, avec des cristaux assez rares de schorl, de feld-spath et de chrysolite.

Celles du Vésuve sont à base de petro-silex et de cornéenne : elles contiennent en abondance des leucites, des lames hexagones de mica, avec des cristaux de schorl et de feld-spath ; et les combinaisons de ces diverses substances produisent une multitude de variétés.

Dans les îles Ponce on trouve des laves que Dolomieu appelle *laves silicées :* elles ont le grain, la dureté, la cassure et l'apparence du silex ; il est, dit-il, très-difficile de déterminer quelle a été la base de ces laves. (*Iles Ponce, p. 106.*)

La plupart des autres laves de ces îles imitent le granit ; elles sont blanchâtres et sont composées de grains de quartz, de feuillets de mica et de feld-spath à tissu fibreux.

Les laves de Santa-Fiora en Toscane sont de la même nature.

Celles des îles Eoliennes ou de Lipari, imitent le porphyre au point de tromper l'observateur. Les unes sont à base de roche de corne, les autres à base de pétro-silex, et d'autres enfin à base de feld-spath. Les cristaux qu'elles contiennent sont les leucites, les schorls et les feld-spaths. Spallanzani en a trouvé aussi qui contenoient la chrysolite, soit en masses infor-

mes, soit en cristaux quadrangulaires.

Le même observateur a vu dans l'île d'Ischia sur les côtes de Naples, des laves qu'il dit être à base de roche de corne; mais ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que les cristaux de feld-spath forment à peu-près la totalité de sa masse. « Il faut, dit il, la » briser et considérer à part ses mor- » ceaux, pour en reconnoître la base, » qui est de roche de corne terreuse » et jaunâtre.... Diverses paillettes » hexaèdres d'un mica noir, sont en- » core attachées à cette base terreuse ». (*Tom. 1, p. 196, trad. de Sénebier.*)

Si l'on supposoit que ces cristaux existoient avant que la lave ait coulé, il seroit difficile de concevoir comment ils ont pu couler sans être fondus, et comment ensuite la masse a pu prendre de la cohérence, n'étant composée que de corps isolés et cristallisés.

Tout près de cette lave il en

existe une autre qui présente encore un accident fort singulier. Elle est à base de roche de corne, et remplie d'une multitude de groupes d'un demi-pied de diamètre, formés par un assemblage de cristaux rhomboïdaux de feld-spath, qui ont jusqu'à deux pouces de longueur. *(Ibid. pag. 197.)*

Il me sembleroit difficile d'expliquer comment ces groupes auroient pu rouler les uns sur les autres, sans être entièrement défigurés, et comment ils auroient si complètement résisté à l'action du feu, tandis que dans d'autres laves, c'est le feld-spath qui a été tellement liquéfié, qu'il forme le fond même ou la pâte qui contient les autres cristaux.

On sent bien qu'il étoit indispensable de considérer les volcans sous un nouveau point de vue, pour faire disparoître de semblables difficultés et une infinité d'autres.

L'une des plus singulières espèces

de laves, est celle qu'on nomme *lave résiniforme* ou à base de pech-stein, et qui se trouve principalement dans les monts Euganéens, à quelques lieues au sud-ouest de Padoue.

Spallanzani regarde ces sortes de laves comme un produit immédiat des volcans; mais Dolomieu qui en a observé de semblables dans le Vicentin, pense que celles-là ont été formées postérieurement, par la décomposition de matières volcaniques qui contenoient beaucoup de magnésie.

Il y a en Hongrie de grandes masses de pech-stein qu'on regarde aussi comme des laves; mais les bois pétrifiés en pech-stein, de la même contrée, pourroient faire penser que la formation d'une partie au moins de ce pech-stein est due à la voie humide.

Spallanzani a fait l'analyse des laves de pech-stein, qu'il a reconnu avoir véritablement coulé, et il a trouvé qu'elles contiennent :

Silice	71
Alumine	18
Chaux	4
Fer	5

Cette analyse les rapproche beaucoup de la pierre-ponce qui, suivant Klaproth, contient, silice 77 $\frac{1}{2}$, alumine 17 $\frac{1}{2}$, oxide de fer 1 $\frac{3}{4}$. On pourroit donc les mettre, avec la pierre-ponce, au rang des vitrifications volcaniques.

Vauquelin a fait une belle découverte relativement aux laves qui contiennent de la leucite, c'est que la potasse y entre pour un sixième de leur poids; et ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que l'analyse de la leucite elle-même donne des résultats presque absolument semblables.

Vauquelin a retiré de la lave :

Silice	53
Alumine	18
Chaux	2

Oxide de fer. 6
Potasse, environ. . . . . . 17.

Il a trouvé dans la leucite, silice 55, alumine 21, chaux 2, un peu d'oxide de fer, et environ 20 de potasse. (*Ann. de Chim. tom.* XXII, *p. 127.*)

Il paroît donc que la leucite n'est autre chose que la lave elle-même, dont les molécules, en se réunissant sous une forme cristalline, ont repoussé l'oxide de fer.

J'ai trouvé en Daourie diverses coulées de laves de la plus haute antiquité : les unes sont de la nature de la roche de corne, les autres sont d'une matière tufacée semblable à de la cendre durcie. Leurs alvéoles sont très-multipliées; une partie est vide ou simplement tapissée d'une croûte calcédonieuse; mais la plupart sont remplies par des cacédoines, soit solides, soit en géodes, depuis le plus petit volume jusqu'à 5 à 6 pouces de dia-

mètre : ces dernières sont remplies de spath calcaire et de maltha, bitume noir qui a de la solidité sans être fragile.

Pierre-ponce.

La pierre-ponce est une substance légère, blanchâtre, d'un tissu fibreux, ayant un coup-d'œil luisant et soyeux, et un grain rude, qui la rend utile dans les arts pour polir une infinité de corps.

Quoique la pierre-ponce soit une matière volcanique, elle n'est pas produite par tous les volcans : les seuls qui en fournissent en Europe, sont ceux de Lipari, de Vulcano et de Santorin.

Suivant Spallanzani, la pierre-ponce n'est qu'une modification de la lave, et toute espèce de lave pourroit devenir pierre-ponce; c'est un état moyen entre celui de la lave et celui d'un verre de volcan. Il a vu de nombreux exemples

de cette transition dans les pierres-ponces de Vulcano.

Dolomieu a observé dans l'île de Lipari, que la pierre-ponce a formé des courans comme la lave : on en voit plusieurs placés les uns au-dessus des autres, tout autour des montagnes volcaniques qui sont au centre de l'île.

La pierre-ponce qui se trouve dans la partie inférieure des courans, est plus compacte, plus pesante : celle de la partie supérieure est poreuse et légère ; cette circonstance est une conformité de plus avec les laves.

Le même savant a observé que la fibre prolongée de la pierre-ponce est toujours dans la direction du courant ; quand la fibre a été contournée en divers sens, c'est une preuve que les morceaux ont été lancés isolément, et n'ont jamais fait partie d'un courant.

Spallanzani a vu de grandes couches toutes composées de pierres-ponces

globuleuses, depuis la grosseur d'une noisette jusqu'à un pied de diamètre.

Il y a eu des éruptions volcaniques entièrement formées de pierres-ponces, et il paroît que celle qui ensevelit Pompeïa étoit de cette nature.

Les tufs des environs de Naples contiennent quelquefois une assez grande quantité de pierres-ponces; notamment le promontoire de Misène qui est une montagne de tuf où l'on voit une infinité de morceaux de pierre-ponce qui est toute remplie de petits cristaux de feld-spath; Spallanzani en compta plus de 60 dans un pouce cube de cette pierre.

Dans l'île d'Ischia, voisine de ce promontoire, le Monte-Rotaro est entièrement composé de couches alternatives de pierre-ponce et de tuf, mêlé de morceaux de verre de volcan.

Quelquefois les laves elles-mêmes renferment de la pierre-ponce: c'est ce qu'on observe sur-tout dans les

laves de pech-stein du Monte-Sceva, qui fait partie des monts Euganéens: on y voit des nids de pierre-ponce qui font corps avec cette lave; mais j'ai déjà observé, par la conformité de l'analyse de ces deux substances, qu'elles sont singulièrement voisines l'une de l'autre.

On trouve très-peu de pierres-ponces dans les autres contrées de l'Europe, mais elles sont très-abondantes dans les îles de la mer des Indes. Les volcans de Ternate sur-tout et des autres îles Moluques en vomissent une immense quantité. Les voyageurs racontent qu'ils ont vu l'Océan Indien couvert de pierres-ponces, dans une étendue de plusieurs centaines de lieues.

VERRES VOLCANIQUES.

Le verre des volcans se trouve ou en globules, ou en grandes masses;

il forme même des coulées entières comme les autres laves. Il est rarement blanc et transparent, mais plus souvent opaque et diversement coloré : c'est alors un véritable émail.

Dans l'île de Lipari, la montagne della Castagna est en entier composée de verres et d'émaux. Elle forme un promontoire qui s'étend dans la mer à 800 toises, et qui en a plus de 3000 de circuit. Spallanzani dit qu'on ne sauroit mieux comparer cet amas de matières vitrifiées qu'à un grand fleuve, qui en se divisant en mille branches, se précipiteroit par une pente rapide, et seroit glacé subitement. Il y a plusieurs courans les uns au-dessus des autres ; leur épaisseur varie, dans le même courant, depuis un pied jusqu'à douze.

Quelques-unes de ces matières sont compactes, d'autres sont si poreuses qu'elles ressemblent à une écume, et nagent sur l'eau. On observe dans les

cavités de quelques-unes des filets capillaires parfaitement vitrifiés.

Comme les volcans de Lipari ont cessé d'être en activité, même avant les temps historiques, il y a plus de trois mille ans que ces verres subsistent, et ils n'ont pas éprouvé la moindre altération.

Tous les volcans ne produisent pas ces matières vitreuses : elles sont infiniment rares dans les éjections de l'Etna, de même que dans la plupart des autres contrées de l'Europe.

Faujas n'en a trouvé en France que dans un seul endroit, à Chenavari près de Rochemaure en Vivarais, et il n'y en avoit que trois morceaux qu'il a recueillis. C'est un émail parfaitement noir, avec des bulles arrondies d'environ une demi-ligne de diamètre.

Les volcans d'Islande sont très-féconds en matières vitreuses, et ce qu'on appelle improprement *agate d'Islande*,

est un émail de volcan, d'un beau noir, presqu'exempt de bulles, et susceptible d'un poli parfait.

La pierre de Gallinace, regardée par Caylus comme la pierre obsidiennne des anciens, est un émail volcanique de la province de Quito au Pérou.

Le volcan de l'île de Bourbon a des éjections vitreuses fort singulières : ce sont des filamens d'un verre flexible et jaunâtre, de deux ou trois pieds de longueur, parsemés de petits globules d'espace en espace. Ces filets de verre se sont manifestés dans les deux éruptions du 14 mai 1766, et du 17 juillet 1791. Dans celle-ci, ils furent transportés par les vents, et disséminés sur les arbres, jusqu'à dix lieues de distance.

Les anciens volcans de l'Asie septentrionale ont aussi produit des matières vitreuses : il y a, près du port d'Okhotsk sur le golfe de Kamtchat-

ka, une colline volcanique appelée *Marikan*, formée d'un sable blanc entièrement vitreux, et dans lequel on trouve épars des globules de verre et d'émail volcanique. Ce sable, très-remarquable, paroît, au premier coup-d'œil, un sable coquillier : il est tout composé de fragmens d'un blanc nacré, convexes d'un côté et concaves de l'autre. Ces fragmens proviennent des débris d'une singulière variété de globules vitreux : ils sont tout au plus de la grosseur d'un pois, d'un blanc nacré, parfaitement sphériques, et tout-à-fait semblables à des perles. Ils sont entièrement composés de couches concentriques, aussi minces que des pelures d'oignon, et qui se détachent les unes des autres : ils sont en miniature, ce que sont en grand les boules de basalte. Ces petits globules sont opaques, mais les feuillets qui les composent sont parfaitement transparens.

Il y a dans le même sable deux au-

tres variétés de globules, absolument différens de ceux-ci : ils sont moins régulièrement sphériques, et ont quelques faces planes : leur tissu est parfaitement plein et compacte, et leur cassure vitreuse.

Les uns sont d'un verre blanc et transparent, qui paroît exempt de bulles; leur volume n'excède pas celui d'une noisette.

Les autres sont opaques et formés d'un émail bigarré de veines rouges et noires : ceux-ci ont jusqu'à la grosseur d'un petit œuf. Me trouvant à Irkoutsk en 1785, je reçus de M. Bensing, ancien commandant d'Okhotsk, un assez grand nombre de ces globules avec un échantillon du sable qui les contient.

Si l'on vouloit juger par analogie, on pourroit dire que les boules de basalte ont été, dès le principe, formées par couches, telles qu'on les voit aujourd'hui; car le tissu lamelleux des

globules d'Okhotsk, ne paroît nullement dû à aucun genre d'altération : leurs minces tuniques sont jusqu'au centre, d'un verre parfaitement intact.

Tufs volcaniques.

L'orsqu'avant ou après l'éruption des torrens de lave, la matière volcanique n'est pas assez abondante, assez dense pour former des masses continues, ses molécules séparées sont subitement oxidées, brûlées, vitrifiées par l'oxigène de l'atmosphère, et forment une infinité de parcelles incohérentes de pierre-ponce et de matières vitreuses, qui le plus souvent prennent une forme cristalline plus ou moins régulière.

Les éjections de cette nature qui ont été vomies dans les temps où la surface de la mer étoit encore voisine de la bouche des volcans, ont été dé-

lavées dans ses eaux, et ont formé, en se déposant, des couches régulières et d'une étendue considérable, comme celles qu'on voit dans diverses contrées d'Italie, notamment aux environs de Rome et de Naples.

Ces matières, qui avoient été en partie dissoutes par l'eau, et qui d'ailleurs se trouvoient mêlées avec des molécules argileuses (qui avoient été vomies au-dessous de la surface de la mer, et qui avoient échappé à l'oxidation), se sont aglutinées sous la forme d'une pierre ordinairement grisâtre, poreuse, d'une dureté médiocre, mais ayant assez de ténacité pour être parfaitement propre à la construction des édifices : c'est le *tuf volcanique.*

Ce sont des tufs semblables qu'on appelle improprement *lave à œil de* perdrix, à cause d'une multitude de petites leucites qui s'y sont formées.

C'est probablement dans de pareilles

substances qu'on a trouvé, soit le sel marin en nature, soit l'acide muriatique et la soude séparément; et peut-être la potasse qui y a été découverte par Vauquelin et par Klaproth, n'est-elle qu'une modification de la soude elle-même.

Dans les éruptions de la même nature qui ont eu lieu dans des temps postérieurs, lorsque la bouche des volcans se trouvoit fort élevée au-dessus des mers, il est arrivé assez fréquemment que ces substances granuleuses et pulvérulentes sont demeurées sans cohésion et sous la forme de sable ou de cendres. Mais quelquefois aussi elles ont été délayées par l'eau douce, ce qui est arrivé de deux manières fort peu différentes l'une de l'autre.

On sait que sur la fin des grandes éruptions, lorsque le volcan ne rejette plus que des cendres, il y a souvent une abondante formation d'eau; et cette formation a lieu, soit dans le

cratère même, soit à une certaine élévation au-dessus. Dans le premier cas, cette eau se mêlant immédiatement avec les cendres, forme une boue qui s'échappe du cratère comme un torrent de lave : c'est ce qu'on nomme une *éruption fangeuse*.

Dans le second cas il arrive ce qu'on a vu au Vésuve dans l'éruption du 15 juin 1794, où, suivant ce que dit le Savant Sénebier, d'après les relations d'Hamilton et d'autres témoins oculaires, le 18, lorsque les grandes éjections furent faites : « On vit s'élever du » cratère un cylindre de cendres con- » densées, qui avoit au moins deux mil- » les de circonférence.... Cette masse » s'élève perpendiculairement et se plie » vers Naples..... Un coup de vent la » repousse.... Elle enfante les tonner- » res, les éclairs; la pluie se préci- » pite à flots, des cendres aussi abon- » dantes que la pluie, tombent avec » elle; il se forme des torrens d'eau

» et d'*une boue glutineuse*, qui entraî-
» nent les rochers et les arbres... »

Ce sont ces éruptions fangeuses et ces torrens de boue volcanique, qui ont formé les amas de tufs où l'on ne distingue point de couches d'une épaisseur égale et régulière.

Ce sont des éjections de cette nature qui ensevelirent Herculanum. On ne sauroit douter que la matière tufacée qui a couvert cette ville ne fût dans un état pâteux. Hamilton y a trouvé un morceau de tuf qui s'étoit parfaitement moulé sur la tête d'une statue; et l'on en a découvert un autre morceau qui conservoit la forme du sein d'une jeune femme; un lambeau de sa tunique de lin y étoit même encore adhérent.

Pouzzolanes.

Cendres et sables volcaniques.

Rapillo.

Quand les éjections pulvérulentes se sont faites, sans qu'il y ait eu formation d'eau suffisante pour les réduire en boue, elles sont demeurées sans cohésion, à l'état de sable ou de cendres.

Celles qui étoient composées des molécules les plus menues, et dont la vitrification n'avoit pas été complète, ont formé ce qu'on appelle des *pouzzolanes.*

Ce sont des cendres volcaniques qu'on trouve abondamment à trois lieues de Naples, auprès de Pouzzole, d'où elles ont tiré leur nom. On les emploie avec le plus grand succès pour les constructions qui se font dans l'eau, où elles ont la propriété de se consolider et de prendre une dureté pour le moins égale à celle que prend en plein air le meilleur ciment.

Le sable volcanique est plus grossier que la cendre, mais le caractère qui le distingue principalement, c'est qu'il est totalement composé de parcelles vitreuses et de petits cristaux : tels sont les sables de l'île de Stromboli et ceux du Monte-Rosso, au pied de l'Etna, où l'on voit une multitude de cristaux de schorl volcanique, qui ont jusqu'à six lignes de longueur et plus, et qui sont souvent groupés ensemble ou avec des cristaux de feld-spath : ces sables vitreux ne sont pas susceptibles d'acquérir la moindre cohérence.

Enfin, le rapillo est composé de fragmens de pierre-ponce et de lave spongieuse que les volcans rejettent sous la forme d'une grêle de petites pierres, qui succède à l'éruption des torrens de lave, et qui précède l'éjection du sable et des cendres pulvérulentes : le rapillo pulvérisé a les mêmes propriétés que la pouzzolane.

Matières volcaniq. cristallisées.

Les éjections volcaniques contiennent diverses substances cristallisées qui paroissent plus ou moins ressemblantes à celles des roches primitives, notamment le schorl noir, le feld-spath et le mica.

Néanmoins les analyses que rapporte Lamétherie dans la *Sciagraphie* et dans la *Théorie de la terre*, de plusieurs schorls noirs, dont les uns sont primitifs et les autres volcaniques, présentent des différences considérables dans les résultats. Il est vrai que l'identité de leurs formes n'avoit pas été constatée.

A l'égard du feld-spath, Spallanzani a observé dans une lave à base de pétro-silex, des monts Euganéens, que les cristaux de feld-spath qu'elle renferme, contiennent un noyau de ce même pétro-silex volcanique.

Il seroit fort à desirer qu'il y eût des analyses comparatives de toutes les substances qui se ressemblent le plus, et dont les unes sont primitives et les autres volcaniques.

Les autres substances cristallisées sont :

La VOLCANITE (*Lamétherie*). C'est un schorl noir qui paroît particulier aux volcans.

La VIRESCITE (*Lamétherie*). On l'appeloit schorl vert des volcans. Haüy a réuni ces deux substances sous le nom de *pyroxène*.

L'OLIVINE (*Werner*). C'est la chrysolite des volcans; elle est ou en masses grenues, quelquefois très-volumineuses, ou en cristaux distincts.

La LEUCITE (*Werner*). Grenat blanc de Romé-de-l'Isle. J'ai remarqué plus haut que c'étoit la substance même de la lave qui avoit pris une forme régulière. Buch a observé que les leucites renferment souvent un noyau de la

lave elle-même, comme les cristaux de feld-spath des monts Euganéens.

L'Hyacinthe des volcans. *L'Idocrase* (Haüy). *Vésuvienne* (Werner). On voit souvent des leucites implantées dans l'hyacinthe volcanique.

La Sommite (*Lamétherie*). Suivant l'analyse faite par *Vauquelin*, la sommite contient:

Silice	46
Alumine	49
Chaux	2
Oxide de fer	1.

Cette substance tire son nom du Monte-Somma, voisin du Vésuve, où elle a d'abord été trouvée; mais Lamétherie ajoute que Fleuriau Bellevue en a observé dans une lave de l'île de Bourbon.

La Mélanite étoit appelée ci-devant grenat noir de Frascati, où elle a été trouvée dans les anciennes éjections volcaniques. On a découvert ré-

cemment dans les roches d'Arandal, en Norwège, une substance qu'on regarde aussi comme une mélanite. Roux de Genève pense que c'est une variété du pyroxène.

Suivant l'analyse faite par Vauquelin, d'une mélanite qui lui a été donnée par Gillet-Laumont, conseiller des mines, cette substance contient:

Silice..............	35
Chaux..............	32
Fer................	24
Oxide de manganèse.	1, 5
Alumine...........	6

Ce savant chimiste a répété l'analyse, et les produits ont été les mêmes, à de très-petites différences près.

Klaproth et Roux de Genève ont aussi analysé des substances qu'ils regardoient comme des mélanites; mais leurs résultats diffèrent beaucoup entr'eux, et s'écartent également de

ceux de Vauquelin : il paroît qu'ils ont opéré sur des substances différentes.

L'Augite avoit été confondue avec le schorl volcanique, mais elle a des caractères qui la distinguent. Jens-Esmark l'a observée dans les basaltes de Transylvanie, près de la mine d'or de Boïtza.

Comme le plus grand intérêt que présentent les cristaux volcaniques, consiste principalement dans leurs formes cristallines, qui n'entrent point dans le plan de cet ouvrage, il faut consulter les savans écrits de Haüy et de Lamétherie.

Substances formées dans les matières volcaniques, postérieurement aux éruptions.

Comme le travail de la nature ne cesse jamais, aussi-tôt que les matières volcaniques ont été vomies, il s'y

forme de nouvelles combinaisons, soit entre les substances gazeuses qu'elles contiennent, soit avec les fluides qui s'y introduisent.

On trouve donc presque toujours dans les éjections volcaniques celluleuses, des substances qui sont évidemment formées postérieurement aux éruptions : tels sont les spaths calcaires, les spaths pesans, le spath fluor, le fer spathique, et sur tout les calcédoines, les agates, les opales, les jaspes qui remplissent les soufflures d'un grand nombre de laves, de même que la zéolithe. J'ai parlé ailleurs des premières substances, parce qu'elles se trouvent aussi dans d'autres gîtes. Il me reste à dire un mot de la zéolithe, qui se trouve presque uniquement dans les matières volcaniques.

ZEOLITHE.

Avant Cronstedt on regardoit la zéolithe comme une simple variété du spath calcaire. Ce savant minéralogiste fit connoître en 1756 les caractères qui distinguent cette substance.

Il y en a plusieurs variétés : celle qui a été décrite par Cronstedt est d'une belle couleur blanche, et formée d'un assemblage de prismes quadrangulaires en rayons divergens. Quand elle est en grandes masses, les rayons partent de plusieurs centres; quand elle forme une masse isolée qui a rempli une soufflure arrondie de la lave, ordinairement les rayons partent d'un point de la circonférence (*Fig. B.*). Besson, inspecteur des mines, a, dans sa belle suite de zéolithes, un rognon isolé qui a au moins quatre pouces dans son grand diamètre.

La zéolithe de Cronstedt se trouve



ZEOLITHE DE FEROE.

1. Le Rognon vû par dehors.

2. Coupe transversale.

dans beaucoup de matières volcaniques anciennes, mais sur-tout dans celles d'Islande et des îles de Féroë, entre l'Ecosse et l'Islande.

Le savant Haüy a découvert dans cette zéolithe une propriété remarquable; c'est qu'elle est électrique par la chaleur comme la tourmaline.

Vauquelin en a fait l'analyse, et en a retiré :

Silice.............	50, 24
Alumine..........	29, 30
Chaux............	9, 46
Eau..............	10

Sa pesanteur spécifique est de 2,7012.

Zéolithe nacrée.

Stilbite (Hauy).

Cette zéolithe se distingue de la précédente par sa couleur d'un blanc nacré, et par la forme de ses prismes qui

sont à six faces, et d'un plus grand volume; elle est aussi plus tendre, et sa pesanteur spécifique n'est, suivant Haüy, que de 25,000.

Suivant l'analyse faite par Vauquelin, elle contient:

Silice	52
Alumine	17, 5
Chaux	9
Eau	18, 5

Elle se trouve, de même que la zéolithe de Cronstedt, à Rezbanya en Hongrie.

Zéolithe dure. (Dolomieu).

Analcime. (Haüy).

La forme de cette zéolithe est un cube dont les angles solides sont remplacés par plusieurs facettes. Dolomieu l'a trouvée en Sicile, et Faujas dans les îles Hébrides.

Zéolithe cubique.

Besson a trouvé la zéolithe cubique dans les tufs volcaniques du Vicentin, et Faujas dans les basaltes de Rochemaure. On la voit également dans les laves d'Islande et dans celles de l'Ile-de-France.

Zéolithe rhomboïdale.

Chabasie.

Bosc-d'Antic a fait connoître une variété de zéolithe de couleur rougeâtre, dont les cristaux sont rhomboïdaux et ont trois à quatre lignes de diamètre; elle se trouve dans les matières volcaniques d'Altegleb, près d'Oberstein, où on lui donne le nom de *chabasie*.

Zéolithe cuivreuse.

On trouve dans quelques mines de cuivre de Hongrie et du Palatinat, une

zéolithe de Cronstedt, colorée en bleu ou en vert, et qui contient même assez souvent du cuivre natif.

Zéolithe rouge.

Les roches primitives contiennent quelquefois de la zéolithe, de même qu'on y voit accidentellement de la calcédoine. Il est probable que ces substances sont le produit de quelque modification postérieure à la formation de la roche.

On trouve à Edelfors, en Suède, une zéolithe rouge, qui n'offre aucune forme cristalline : elle est en feuillets, d'un tissu grossier, dans une roche feuilletée granitique.

Schreiber a trouvé une zéolithe jaune dans les granits d'Allemont; Picot-Lapeyrouse a pareillement trouvé de la zéolithe dans deux endroits des Pyrénées : à Aigue-Cluse, elle forme une partie intégrante du gra-

nit; à Riouman elle est en gros rognons dans la roche calcaire primitive.

HOUILLE.

La houille appelée aussi *charbon de terre* et *charbon de pierre*, est un fossile bitumineux, noir, luisant, d'un tissu feuilleté, très-friable et disposé à se diviser en cubes.

Quoiqu'il ne paroisse point poreux, c'est un des minéraux les plus légers; il n'est que d'un tiers plus pesant que l'eau.

Suivant les expériences de Gazran, la houille, en brûlant, laisse un résidu terreux de nature argileuse, qui varie depuis $\frac{1}{100}$ jusqu'à $\frac{1}{5}$. (*Ann. de Chim. n°. 92.*)

S'il est une substance qui mérite de fixer notre attention, c'est assurément la houille, ce trésor que la nature nous a prodigué, et qui est plus précieux que les mines d'or du Nouveau-Monde:

celles-ci ont tué l'industrie chez les peuples qui les possèdent, tandis que les mines de houille l'alimentent et la vivifient.

La France et l'Angleterre qui sont essentiellement les pays manufacturiers de l'Europe, sont ceux en même temps, où se trouvent les plus nombreuses et les plus abondantes mines de charbon. Il semble que la sage nature l'ait placé avec complaisance sous la main de l'homme industrieux, pour le seconder dans ses travaux.

Suivant Buffon, nous avons plus de 400 houillères en exploitation; les plus considérables sont dans le Lyonnais, le Forez, la Bourgogne, l'Auvergne, le Languedoc, la Franche-Comté, &c.

Celles des Pays-Bas et des environs de Liège, sont aussi d'un produit immense.

Les couches de houille sont reconnues, par tous les naturalistes, pour

être un dépôt formé par les eaux de la mer qui couvroient nos continens.

Il est également reconnu que ce n'est pas par-tout indifféremment que s'est fait ce dépôt : ce n'est pas dans de vastes plaines qu'on peut espérer de le trouver ; c'est au pied des chaînes de montagnes, et sur-tout dans des vallées, dans des golfes et des culs-de-sac.

Plusieurs circonstances semblables accompagnent par-tout les couches de houille.

1°. On reconnoît que par-tout ce dépôt s'est fait dans une eau tranquille, et qu'il s'est moulé sur les parois du terrein qui lui a servi de base. En général les couches de houille ont leurs extrémités à fleur de terre : elles s'enfoncent obliquement ; elles prennent dans la profondeur, une situation à-peu-près horizontale, pour remonter ensuite du côté opposé, de manière que si l'on enlève par la pensée tout le terrein qui les couvre, on trouve qu'elles

ont à-peu-près la forme d'un bateau : on remarque aussi qu'elles sont plus épaisses dans la profondeur que sur les bords.

Cette disposition s'observe dans un grand nombre de mines, et sur-tout dans les vastes houillères des environs de Liége.

2°. Une couche de charbon n'est jamais seule : à Witehaven, en Angleterre, il y en a vingt les unes au-dessus des autres ; à Liége on en compte jusqu'à 60 ; on en trouve le plus communément 3 ou 4, et pour l'ordinaire, d'une épaisseur à-peu-près égale.

3°. Chaque couche de houille est séparée des autres par plusieurs couches pierreuses qui sont à-peu-près les mêmes dans toutes les mines de charbon.

Celles qui forment le *toit* et le *mur*, sont constamment d'une matière argileuse feuilletée, espèce de schiste friable, presque toujours sulfureux ; viennent ensuite des couches de grès

micacé qui paroissent provenir, au moins en partie, du *detritus* des montagnes primitives du voisinage.

Ces couches de grès sont assez souvent séparées par de petites couches schisteuses qui contiennent quelques indices de houille; les unes et les autres sont quelquefois très-multipliées entre deux couches de houille.

4°. C'est une observation générale et presque sans exception, que les couches schisteuses, et sur-tout celles qui servent de *toit* à la houille, portent des empreintes de végétaux, notamment de capillaires, de fougères et de roseaux, la plupart exotiques. Cette circonstance a fait penser à plusieurs naturalistes que le charbon lui-même étoit composé de débris de végétaux; mais cette opinion me semble présenter de grandes difficultés (1).

---

(1) Un des faits qui lui seroit le plus contraire, est l'observation faite à Santa-Fé

Après cet aperçu général, arrêtons-nous un moment sur quelques mines importantes.

Houillères du Lyonnais et du Forez.

Elles sont dans une vallée qui fut jadis un détroit de mer, et qui s'étend du Rhône à la Loire, dans la direction du nord-est au sud-ouest, entre deux

---

de Bogota par le naturaliste le Blond, qui nous apprend que les couches de houille s'y trouvent à une élévation de 13200 pieds perpendiculaires. Or, quand l'Océan surmontoit une pareille hauteur, il n'y avoit au-dessus de son niveau qu'un petit nombre d'îles éparses sur toute la surface du globe; et l'on ne voit en aucune manière comment la petite quantité de végétaux qui a été accidentellement entraînée de ces sommets de montagnes, dans cet immense océan, auroit pu former la plus mince couche de houille, ou même de simple tourbe.

chaînes de montagnes primitives. Elles occupent en longueur un espace de 6 à 7 lieues, depuis Rive-de-Gier jusqu'à Firmini.

Du côté du Rhône, près de Rive-de-Gier, cette vallée n'est qu'une gorge étroite et profonde : elle s'élargit à Saint-Chaumont et sur-tout à Saint-Etienne, qui est le point le plus élevé, et où la vallée forme un bassin d'environ deux lieues de diamètre, parsemé d'une multitude de collines qui sont, de même que le sol du bassin, composées de couches à-peu-près horizontales de grès et de schistes, qui renferment les couches de houille.

Dans tout cet arrondissement on en trouve trois, et quelquefois quatre, à plusieurs toises les unes des autres.

Aux environs de Saint-Etienne, elles sont presque horizontales et ne se relèvent qu'à l'approche des coteaux principaux; leur épaisseur moyenne est de trois à six pieds : aux environs

de la Loire, elles en ont 15 à 20 et même davantage.

A Rive-de-Gier, la pente rapide du terrein qui sert de base aux couches, leur a donné une situation qui approche quelquefois de la verticale, et leur épaisseur est fort inégale, mais rarement au-dessous de trois pieds; elle va jusqu'à 15, et dans quelques endroits jusqu'à 40, et même jusqu'à 60 pieds.

Aux environs de Saint-Chaumont, les couches de houille ont une situation moyenne entre celle de Rive-de-Gier et celle de Saint-Etienne.

Tout le charbon que produisent ces mines est d'une excellente qualité, et la quantité en est immense.

D'après des relevés authentiques qui m'ont été communiqués en 1795, lorsque j'étois dans cette contrée avec le savant inspecteur Duhamel, et l'ingénieur Blavier, il y a autour de Rive-de-Gier 40 mines en exploitation, qui

avoient produit l'année précédente seize cent mille quintaux de houille.

Celles de Saint-Etienne, compris celles de Saint-Chaumont, sont au nombre de 72; elles en avoient rendu près de quatre millions de quintaux. Et comme ce n'est pas la matière qui manque, mais le débouché, il est parfaitement reconnu que si le canal de communication du Rhône à la Loire étoit terminé, le produit de ces inépuisables mines pourroit être quadruplé.

Entre les couches de houille de Saint-Etienne, il y a plusieurs bancs de grès séparés les uns des autres par des couches de schiste noirâtre, bitumineux, de quelques pouces d'épaisseur; celles de grès ont jusqu'à une toise : cette pierre est d'un grain égal et serré, plus fin dans quelques bancs que dans d'autres, et l'on en fait d'excellentes meules, soit pour les moulins, soit pour les ateliers où l'on

polit les ouvrages de fer et d'acier.

A Rive-de-Gier, le grès ressemble beaucoup à un granit; il est blanchâtre, et fournit une belle pierre de taille.

Les couches schisteuses qui forment le *toit* de la houille de ces mines, sont, comme par-tout ailleurs, chargées d'empreintes de végétaux, et j'y ai observé des faits qui, indépendamment de beaucoup d'autres, m'empêchent de penser que la houille soit composée de végétaux.

Il y a plusieurs collines aux environs de Saint-Etienne, dont les mines ont été brûlées : il y en a même où le feu subsiste encore; et il a été si violent, qu'on voit des masses énormes de schistes qui ont été presque en entier convertis en scories. Parmi ceux qui n'ont été chauffés qu'au point de prendre une couleur rouge, j'ai vu une multitude innombrable de morceaux qui étoient chargés d'empreintes de plantes, et qui contenoient même des tronçons de

bambou de 3 à 4 pouces de circonférence; mais tous ces végétaux étoient simplement pétrifiés, et nullement convertis en houille, de manière qu'ils n'ont pu être attaqués par le feu, qui n'a fait que leur donner une couleur rouge comme au reste de la pierre, dont ils ne diffèrent que par la forme.

J'ai encore observé que la couche d'argile durcie qui forme la couche supérieure de plusieurs collines, est tellement remplie d'empreintes de végétaux, qu'on en trouve entre toutes les lames de cette espèce de schiste, n'eussent-elles que l'épaisseur d'une carte; et cependant toute cette argile est d'une couleur grise blanchâtre, et n'offre absolument rien de bitumineux. J'en ai rapporté entr'autres une racine de roseau de deux pouces de diamètre, convertie en schiste gris micacé et point du tout en charbon (1).

(1) Parmi les empreintes des schistes de

Quand on trouve des végétaux fossiles bitumineux, c'est qu'un bitume étranger les a pénétrés; et les arbres sont changés en houille, à-peu-près de la même manière qu'ils sont conver-

---

Saint-Etienne, les plus remarquables sont celles que j'ai fait figurer.

A, est un fruit qui avoit toujours été désigné comme ressemblant à des grains de café, et cela est vrai en général; mais j'en ai trouvé des échantillons où l'on voit qu'il est environné d'une membrane, et il paroît que c'est le fruit d'une ombellifère, peut-être d'une *thapsie*.

B, est une portion de végétal inconnu; il paroît que ce sont les feuilles verticillées d'une plante aquatique. Je n'ai jamais trouvé le verticille entier. L'échantillon figuré est sur un schiste qui a été converti en tripoli par l'action d'un feu souterrain.

C, est un *polypode* très-remarquable, en ce qu'il est chargé de ses fructifications; ce qui n'avoit point encore été observé. On avoit même dit, d'une manière fort ingénieuse, la raison pour laquelle les plantes de cette famille ne présentent que leur face

A.

C

D

E

B

Deseve del. *Le Villain Sculp.*

tis en agate, en pech-stein, en tripoli, en mine de fer, et même en mine d'or, comme ceux de Verespatak en Transilvanie.

On sait, d'ailleurs, qu'il existe en divers lieux de très-grands dépôts de

---

supérieure. Mais comme j'en ai trouvé un grand nombre d'échantillons où les fructifications sont très-manifestes, il paroît que si on ne les observe pas communément, c'est parce qu'en général, ces plantes ont été entraînées par les torrens des montagnes dans le temps de la fonte des neiges, qui n'est point celui de leur fructification. Ce polypode a quelque ressemblance avec le *polypodium unitum* de l'île de France.

D, est une plante à feuilles verticillées, peut être de la famille des caille-lait (*galium*). L'ensemble des feuilles a depuis deux lignes jusqu'à un pouce de diamètre.

E, est un fruit probablement exotique. Le savant Jussieu en possède plusieurs exemplaires très-bien caractérisés; mais il avoue qu'il ne sait à quel genre le rapporter.

On n'a jamais trouvé dans ces schistes le moindre vestige de matières animales.

bois fossiles, qui forment du terreau, de la tourbe, mais non de la houille. Parmi les nombreux exemples qu'on en pourroit citer, je me contenterai de rappeler les vastes couches de *terre d'ombre de Cologne*, qui ont plus de quarante pieds d'épaisseur, et que Faujas a reconnu être dues à la décomposition d'arbres enfouis. Cette terre est si peu bitumineuse, qu'on l'emploie en peinture et qu'on la mêle avec le tabac de Hollande. (*Journ. des Min. n°. XXXVI.*)

Houillères des environs de Liége.

Les couches de houille de cette contrées sont dirigées de l'est à l'ouest; elles commencent à une lieue à l'orient de la ville, et se prolongent à une lieue et demie à son couchant. Il y a là une interruption, après quoi elles s'étendent encore l'espace de plusieurs lieues.

Leur largeur du nord au sud, est de

$\frac{3}{4}$ de lieue aux environs de Liége même, où sont les plus fortes exploitations.

Au Verbois, qui est au nord-ouest de la ville, on compte, suivant Jars, plus de 40 couches de houille qui sont séparées les unes des autres par des bancs de 30 à 100 pieds d'épaisseur, composés de diverses couches de grès.

Ces couches s'inclinent au midi, tandis que celles de la montagne de Saint-Gilles, qui est au sud-ouest de la ville, s'inclinent au nord; et l'on a reconnu que c'étoit de part et d'autre les mêmes couches qui passoient sous le large vallon qui sépare Saint-Gilles du Verbois.

Genneté compte 61 de ces couches de houille placées les unes au-dessous des autres, et il juge d'après l'intervalle qui les sépare près de la superficie, que la dernière de ces couches doit plonger dans la profondeur à plus de quatre mille pieds perpendiculaires.

Dans l'exploitation de ces houillères, (quoiqu'on y travaille depuis le 12e siècle) on n'est encore parvenu qu'à la vingt-unième couche, dont la partie la plus basse est à la profondeur de 1288 pieds. (Le pied liégeois est de 10 pouces.)

Jars dit que l'épaisseur de ces couches de houille est en général de trois à quatre pieds, et qu'on n'en a trouvé qu'une seule de six pieds.

Entre ces couches de houille et les bancs de grès, on trouve toujours une lisière de quelques pouces d'épaisseur, d'une terre argileuse durcie, qui contient des empreintes de végétaux.

Toutes les couches sont, à peu de chose près, les mêmes dans tout cet immense assemblage de 3 à 4,000 pieds d'épaisseur.

Le grès qui en forme la très-grande majorité, est en général très-homogène, d'un grain fin, égal, d'un tissu compacte et fort dur; il est, comme

celui de Fontainebleau, d'un excellent usage pour le pavé.

Jars a remarqué qu'aux approches de la houille, le grès change de nature; au grès dur il en succède un autre à grain très-fin, mêlé de mica blanc et d'argile; celui-ci se divise par feuillets minces, et se décompose à l'air.

Celui qui est plus près de la houille, est noirâtre, plus terreux, et se décompose encore plus aisément.

Enfin vient la petite couche de terre noire, schisteuse, qui contient des impressions de plantes. (*Tom. 1, p. 292.*)

Cette gradation dans la contexture des couches pierreuses, est une circonstance d'autant plus remarquable, qu'elle se trouve dans un sens inverse de la gravité des molécules qui les composent, puisque dans le toit de la houille, ce sont les molécules les plus fines qui sont placées le plus bas.

Cette circonstance paroît prouver

que ces grès ne sont pas, au moins en totalité, le produit d'une simple accumulation des sables de la mer; et que la cause qui a produit la houille, a pareillement contribué à la formation de quelques-unes des couches pierreuses.

Les couches de houille qu'on trouve à Aix-la-Chapelle, à 10 lieues au nord-est de Liége, sont également très-nombreuses, on en compte plus de 40; elles sont séparées par des bancs pierreux de 10 à 15 toises, et enfin elles sont, comme à Liége, dirigées de l'est à l'ouest; il paroît que les unes et les autres ont une origine commune, de même que les houillères qui sont au sud-ouest de Liége, comme celles de Namur, qui s'étendent également à une très-grande profondeur, puisque les exploitations actuelles descendent jusqu'à 2,400 pieds perpendiculaires.

La direction de l'est à l'ouest, que suivent ces grandes couches de houille,

de même que celles du Forez et quelques autres, avoit fait penser à Buffon que c'étoit une loi générale; mais Duhamel fils a fait voir par le relevé des principales houillères, que sur trente il y en a 14 dont les couches sont dirigées du nord au sud, et onze seulement qui le sont de l'est à l'ouest.

Houillères d'Angleterre.

La ville de Newcastle sur la côte orientale d'Angleterre, à 55 degrés de latitude, est environnée de houillères dans une étendue de 6 à 7 lieues de rayon; et c'est peut-être la contrée du globe la plus riche dans ce genre de production.

Il y a 7 à 8 couches de charbon les unes au-dessous des autres; elles sont presque horizontales, leur pente est au sud-est, comme celle du rivage de la mer. Elles ont jusqu'à huit pieds d'épaisseur : la plus basse est à la pro-

fondeur de cent toises perpendiculaires.

Les couches pierreuses qui les séparent sont principalement d'un grès blanchâtre, propre à faire des meules à aiguiser.

Entre ces bancs de grès sont des couches d'un schiste bleuâtre vitriolique et qui se décompose à l'air; on voit dans leur partie supérieure, des empreintes de plantes. C'est ordinairement entre deux couches de ce schiste que se trouvent les couches de charbon.

Suivant Morand, les houillères de Newcastle fournissent annuellement la charge de deux mille vaisseaux.

Dans la partie opposée de l'Angleterre, et sur sa côte occidentale, à-peu-près à la même latitude que Newcastle, sont les houillères de Witehaven, où l'on observe 20 couches de charbon; la plus basse est à 120 toises perpendiculaires de profondeur; elles ont une pente douce à l'ouest, comme

le rivage de la mer : et ce qu'il y a de fort remarquable, c'est qu'on a poussé l'exploitation à plus d'un quart de lieue sous la mer même.

Cette mine et celle de Workington, qui est à 2 lieues $\frac{1}{2}$ au nord-est, sont sujettes à des exhalaisons fulminantes dont les effets sont terribles : pendant le séjour que Jars fit près de ces mines, il y eut plusieurs ouvriers tués et d'autres grièvement brûlés.

Pour ne pas donner lieu autant qu'il est possible à ces fatales explosions, on ne porte aucune lumière dans ces mines : on se sert d'une espèce de briquet à roues, qu'un homme fait agir, et dont le frottement contre des pierres à fusil donne assez d'étincelles et assez de lumière pour éclairer 7 à 8 travailleurs.

L'abondance des gaz inflammables est si considérable à Workington, qu'ils brûlent continuellement avec une grande flamme bleue à l'ouver-

ture d'un tuyau qu'on a établi depuis le fond des travaux jusqu'au jour; et l'entrepreneur de la mine avoit même proposé d'éclairer par ce moyen toute la ville. Il prétendoit distribuer dans toutes les rues, ce fluide inflammable et lumineux, comme ailleurs on distribue les eaux.

On peut remarquer comme une circonstance intéressante pour l'histoire des mines de houille, que quoique celles d'Angleterre soient dans des contrées dont tout le terrein est composé de couches calcaires coquillières, elles se trouvent néanmoins, comme dans les autres pays, interposées entre des bancs de grès quartzeux et de schistes argileux. On voit que le sol du pays n'a contribué en rien à la formation de ces différentes couches.

Houille dans la pierre calcaire.

Quoique les couches de houille soient presque toujours placées entre

des couches de grès, même dans les pays calcaires, il arrive néanmoins qu'on en trouve entre des couches de pierres à chaux.

Duhamel fils, dans son beau mémoire sur la houille, qui a été couronné par l'Académie des Sciences, en rapporte plusieurs exemples, notamment dans la basse Provence, sur une étendue de 20 lieues, depuis Nans jusqu'à Gardane, et dans quelques montagnes des environs de Genève.

Mais, quoique ces couches de houille soient enclavées dans la pierre calcaire, elles ne la touchent point immédiatement : elles ont toujours pour *lit* et pour *toit* des couches d'argile, ou du moins très-argileuses, et d'un sissu feuilleté.

Houille avec le Basalte.

Le même observateur a vu des couches de houille couvertes par le

basalte, à l'Aubepin dans le Velay; à Jaujac dans le Vivarais, et dans plusieurs endroits de l'Auvergne.

Il a encore vu, près de Souvigny en Bourbonnais, trois couches de houille dans un rocher, qui, d'après la description qu'il en donne, paroît être indubitablement un basalte en tables.

Ces trois couches sont parallèles entre elles et à celles de la pierre; elles ont chacune un *toit* et un *mur* de la nature du schiste, et elles reposent sur une couche de grès mêlée de cailloux roulés.

Le savant Ch. Coquebert observe à cette occasion, qu'il a vu au nord de l'Irlande, près de la Chaussée des Géans, une couche de houille de deux pieds d'épaisseur, entre deux bancs de basalte bien caractérisé, dont elle est séparée, dessus et dessous, par une couche assez épaisse de ce schiste noir, tendre et peu feuilleté, que les Anglais nomment *Till.*

Il ajoute que Hodges dit avoir trouvé aux Indes, dans une caverne volcanique, des basaltes en prismes, qui contenoient des morceaux de houille. (*Journ. des Min. n°. VIII.*)

Formation des couches de houille.

L'existence des houillères est un des phénomènes géologiques dont l'explication a le plus embarrassé les Naturalistes.

Quant à la matière dont elles sont formées, la plupart l'ont regardée comme un dépôt de matières animales ou végétales.

Gensanne a dit que c'étoit simplement une terre argileuse pénétrée de bitume, et il paroît que cela est ainsi.

Mais le fait le plus inexplicable, et dont on a évité de parler, c'est le retour alternatif des mêmes couches.

C'étoit pourtant cette circonstance même qui devoit, ce me semble, dévoiler le secret de leur formation.

Le retour des couches de houille, à des distances plus ou moins égales, annonce que la cause qui les a produites étoit périodique, ou n'agissoit que par intervalles.

Et comme l'alternative des couches n'est point la même par-tout, ni pour leur nombre, ni pour leur puissance, on voit que ce n'étoit pas une cause générale, mais purement locale.

On remarque, d'un autre côté, que dans presque toutes les houillères, les couches de l'une ressemblent à celles de l'autre, soit pour la matière qui les compose, soit pour les circonstances qui les accompagnent. Leur cause, quoique locale, est donc par-tout semblable.

Or, de tous les agens connus, je ne vois que les volcans qui puissent produire de pareils effets; et d'après ce que j'en ai dit, il me semble qu'ils répondent à tous les phénomènes que présentent les houillères.

Les petits faits instruisent quelquefois plus que les grands phénomènes : ceux-ci nous étonnent, nous écrasent par leur immensité, les autres sont plus à notre portée ; nous pouvons, en quelque sorte, les retourner, les voir dans tous les sens et en saisir tous les rapports ; et comme la marche de la nature est toujours la même, les découvertes faites sur les petits objets, s'appliquent également aux masses les plus imposantes.

C'est l'observation que je fis en 1783, de neuf couches de houille de quatre doigts d'épaisseur, qu'on voit dans la rive escarpée du fleuve Angara en Sibérie, qui me fit juger que le retour périodique de ces neuf couches de houille ne pouvoit avoir eu d'autre cause que les éruptions périodiques d'un volcan : je publiai cette opinion il y a 10 ans. (*Journ. de Phys. mars 1791, p. 226.*)

On ne sauroit douter que les volcans ne produisent du bitume, puisque;

dans le temps même de leur repos, ils en laissent échapper de leur base baignée par la mer, comme Breislak l'a observé au Vésuve, et Flaccourt près des îles volcaniques du Cap-Vert, où il vit la mer couverte de pétrole. (*Voyage à Madag. tom. 1, pag. 237.*)

On sait bien, d'ailleurs, que les volcans éteints conservent encore la puissance de former ce combustible : on en a la preuve dans ceux d'Auvergne, du Languedoc, et de beaucoup d'autres pays.

On a vu aussi que les *salse*, les volcans vaseux décrits par Dolomieu, Pallas et Spallanzani, produisent tous du pétrole.

Il y a donc lieu de penser que dans les éruptions soumarines, il y a eu des éjections considérables de matières bitumineuses, non point en masses continues, mais en molécules d'une extrême ténuité, comme les molécules terreuses qui s'échappoient en même

temps et qui ont formé les couches d'argile.

Ces deux substances délayées dans les eaux de la mer, ont été poussées par les courans dans les golfes et dans les vallées soumarines; car, comme l'a très-bien observé Duhamel fils, c'est toujours dans les vallées, soit principales, soit latérales, et sur-tout dans les golfes et les culs-de-sac, que se trouvent les dépôts de houille.

Après que les matières fournies par une éruption ont été déposées, il s'est fait, comme dans toute circonstance pareille, un triage entre les substances qui se sont précipitées pêle-mêle, et elles se sont réunies suivant leurs affinités. Les molécules bitumineuses, en se rapprochant mutuellement, ont chassé vers les bords de la couche les molécules terreuses qui leur étoient les moins adhérentes, et qui ont formé le *lit* et le *toit* de la couche de houille.

A l'égard des végétaux dont on

voit les empreintes, voici ce qui me paroît être arrivé. Quand l'Océan couvroit les montagnes du Forez, il y avoit peu de continens, la surface du globe ne présentoit que des îles; il n'est donc pas surprenant que des végétaux aquatiques qui se conservent long-temps dans l'eau, aient été transportés à de grandes distances, et que nous ayons des fougères d'Amérique et des bambous des Indes.

Ces végétaux flottans ont été poussés dans les golfes que formoient nos montagnes. Quand l'eau de ces golfes s'est trouvée chargée jusqu'à sa surface, de molécules terreuses et bitumineuses, elles se sont attachées aux plantes qui, devenues plus pesantes, se sont précipitées sur le dépôt où elles ont laissé leur empreinte.

Quant à la formation des couches de grès, je ne doute pas qu'une partie ne soit due à des sables de mer, ou à ceux que les torrens des montagnes ame-

noient dans les golfes; mais il paroît aussi que quelques-unes sont le produit immédiat des émanations volcaniques.

Bitumes.

Les diverses substances bitumineuses connues sous le nom de *naphte*, de *maltha*, d'*asphalte*, de *pissaphalte*, de *jayet*, ne sont, comme la houille, que des modifications du pétrole.

Le *naphte* est la partie la plus fluide, la plus volatile de ce combustible; on le voit sur les eaux de quelques fontaines voisines d'anciens volcans. Il s'exhale en vapeurs d'une odeur pénétrante, que l'on peut enflammer par l'approche d'un corps embrasé. On en trouve beaucoup à Bakou en Perse, près de la mer Caspienne.

L'*asphate* ou bitume de Judée est la partie la plus grossière du pétrole; c'est le résidu de sa distillation, soit naturelle, soit artificielle; il forme une masse

dure et friable : on le trouve sur la mer Morte.

Le *pissaphalte* et la *maltha* diffèrent peu l'un de l'autre ; c'est un bitume qui a une consistance ferme sans être fragile : il découle des rochers volcaniques : on en trouve beaucoup en Auvergne.

Le *jayet* est le pétrole joint à une terre très-légère et très-divisée. On voit quelquefois du bois converti en jayet, sur-tout dans le duché de Wirtemberg.

Succin.

Le succin, ambre-jaune ou karabé, est un bitume ordinairement de couleur jaune, demi-transparent, dur à-peu-près comme le verre, et susceptible de poli. On le trouve enfoui dans la terre, en plusieurs endroits de l'Europe, et sur-tout dans les sables voisins de la mer Baltique, sur les côtes de Prusse, de Poméranie, &c. Il est

quelquefois à cent pieds de profondeur, et toujours accompagné de bois fossile auquel il est souvent adhérent.

On en découvre aussi dans les forêts de la Lithuanie, ainsi que me l'apprit mon savant ami Gilibert, pendant le séjour que je fis chez lui à Grodno, en 1777. Il y en avoit des morceaux de la grosseur du bras, dans le Musée de l'Académie qu'il dirigeoit.

Il n'est point rare de trouver dans l'intérieur du succin des insectes parfaitement bien conservés, sur-tout des moucherons et des fourmis.

Les Naturalistes se sont efforcés de découvrir l'origine du succin, mais on n'a aucune donnée certaine à cet égard. On le considère, en général, comme un suc végétal modifié et durci par les acides minéraux.

Cette opinion me semble présenter plusieurs difficultés.

1°. Le succin se trouve quelquefois en masses assez considérables : j'ai vu

dans le palais de Czarsko-Célo, près de Pétersbourg, une chambre dont les boiseries sont incrustées du haut en bas, d'ornemens de succin, et la plupart des morceaux ont jusqu'à 7 à 8 pouces de diamètre; quelques-uns même ont près d'un pied. Or, on ne connoît aucun arbre qui fournisse des masses de gomme ou de résine d'un pareil volume.

2° Comme l'extravasation de ces sucs se fait peu à peu, leur surface se durcit à mesure que se fait le suintement, aucun insecte ne sauroit y être arrêté; et encore moins pourroit-il pénétrer dans le milieu de la masse.

L'opinion que je proposerois me paroît exempte de ces difficultés, et d'ailleurs elle ne s'écarte pas essentiellement de l'opinion reçue; car, l'origine que j'attribuerois au succin, est en grande partie végétale; en un mot, je le considère comme le résultat d'une modification du miel; voici mes mo-

tifs : les forêts qui bordent la mer Baltique et les fleuves qui s'y jettent, sont remplies d'abeilles ; j'ai observé qu'en Lithuanie, en Courlande, chaque vieux arbre sert d'asyle à plusieurs essaims ; et comme la teigne de la cire (*phalœna cerella*) n'est que trop abondante par-tout où il y a des ruches, elle s'introduit dans celles-ci, elle dévore la cire des rayons, et le miel tombe au fond du creux de l'arbre : il y en a quelquefois une si grande abondance, que pendant l'été on le voit suinter à travers l'écorce ; cette circonstance fournit même, aux habitans du pays, un moyen de faire la chasse à l'ours, qui est très-friand de miel ; ils lui tendent des piéges sur ces arbres emmiélés, où souvent il est pris.

Quand ces vieux arbres sont renversés par les vents, ils tombent dans les tourbières qui sont frequentes dans ces forêts : elle sont toutes plus ou moins vitrioliques, et il paroît que les

sulfates qu'elles contiennent, et surtout les fluides qui se sont dégagés par la décomposition du bois, ont donné au miel de la solidité, et ont fini par le rendre insoluble.

En admettant cette origine du succin, on voit facilement comment les insectes qui cherchoient leur pâture dans le miel, s'y sont trouvés enveloppés.

On voit également pourquoi le succin se trouve quelquefois dans la substance même du bois fossile : quand il étoit à l'état de miel, il s'est insinué sans peine entre les lames d'un bois à demi décomposé (1).

Enfin, la grandeur des morceaux de succin n'aura plus rien d'inexplicable, puisqu'il est aisé de concevoir qu'une

(1) J'ai des échantillons d'un bois fossile mêlé de succin, qui a été trouvé sur les rivages du Kamtchatka, et Lamétherie en possède qui vient du Groenland.

livre de miel se trouvant dans un tronc d'arbre placé horizontalement, à pu prendre une extension de 7 à 8 pouces et même d'un pied.

J'ajouterai encore que le succin se trouve dans d'autres contrées connues par l'abondance de leur miel : telles que la Provence, les côtes de l'Attique près du mont Hymette, et les côtes de Sicile près du mont Hybla.

Pierre de miel.

On a trouvé en 1792, dans le duché de Weimar, parmi des bois fossiles, une substance cristallisée en octaèdres de la grosseur d'un pois, d'une couleur jaune, transparente, que Werner a nommée *hœnig stein*, pierre de miel.

Le savant minéralogiste Gillet-Laumont, n'a trouvé que peu de différence entre ce fossile et le succin; et, si ma conjecture sur la formation de ce bitume étoit confirmée, il se trou-

veroit que le succin cristallisé auroit reçu de Werner le nom propre qui lui appartenoit de droit par son origine.

SOUFRE.

Le soufre est une substance inflammable que la nature paroît former journellement, soit dans les volcans, soit dans les êtres organisés.

Dans les anciens cratères, où les fluides volcaniques conservent un reste d'activité, l'on voit sortir par une infinité de fissures, des vapeurs chargées de soufre à l'état d'acide, qui décompose les laves, les rend blanches comme de la chaux, se combine avec l'argile et le fer qu'elles contiennent, et forme une immense quantité de vitriol et d'alun.

Le soufre se trouve aussi dans le sein de la terre, sous diverses formes : quelquefois natif, mais plus communément combiné avec d'autres substances.

On a vu que presque tous les filons métalliques en sont abondamment pourvus.

Combiné avec le fer, il forme des bancs de pyrites considérables.

Combiné avec l'oxigène et la chaux, il forme des montagnes entières de gypse.

Combiné avec l'oxigène et la magnésie, il forme tous les ans, une couche de plusieurs centaines de mille lieues carrées, qui couvre de sel d'epsom, les déserts de la Sibérie.

Dans la soufrière de Conilla près de Cadix, il se présente à l'état natif, sous la forme de beaux cristaux octaèdres rhomboïdaux très-alongés, dans de grandes géodes calcaires.

A Poligny en Franche-Comté, il remplit des géodes silicées, sous une forme pulvérulente.

Dans la vallée de Mazzara en Sicile, on voit des couches de soufre pur, de

10 à 20 pieds d'épaisseur, dans des terreins calcaires et gypseux.

Ces couches de soufre sont un phénomène fort singulier, et dont il n'eût pas été possible de donner l'explication dans l'ancien état de la science; mais si la chaux est en effet composée d'azote, de carbone et d'hydrogène, comme paroissent le prouver les expériences rapportées par Guyton-Morveau, il sera facile de concevoir qu'une couche calcaire a pu être décomposée peu-à-peu; et que ses molécules ont été remplacées successivement par des molécules de soufre qui étoient fournies par des émanations volcaniques.

Cette théorie pourroit également s'appliquer à la formation des couches de sel-gemme, avec d'autant plus de probabilité que la chaux contient déjà les élémens de la soude; et la formation de l'acide marin ne présenteroit pas plus de difficulté que la formation

de l'acide nitrique dans les nitrières : on appperçoit donc qu'il a été facile à la Nature de former, soit des couches de soufre, soit des couches de sel-gemme, sans avoir recours à des moyens extraordinaires.

SEL-GEMME.

On donne au sel marin fossile, le nom de *sel-gemme*, à cause de sa transparence et de sa dureté, qui approchent de celle des cristaux pierreux.

Sa pesanteur spécifique est de 21000; c'est à-peu-près la même que celle de beaucoup de pierres calcaires.

Il est composé de 50 parties de soude, 33 d'acide marin et 17 d'eau.

Ce sel forme, dans le sein de la terre, des bancs horizontaux plus ou moins épais, qui alternent souvent avec des couches d'argile ou de gypse.

Quelquefois on le trouve en masses d'une étendue prodigieuse, sans aucune

division : d'autres fois, il est en petites couches d'un pouce d'épaisseur, de couleurs différentes.

En général, il est blanc et diaphane, quelquefois bleu, rouge ou violet, peu transparent ou même absolument opaque : dans l'exploitation de ses mines, on le détache par grandes masses, précisément comme on exploite les carrières de marbre.

Les masses de sel-gemme s'étendent jusqu'à mille pieds de profondeur, ainsi qu'on l'observe dans la mine de Wieliczka près de Cracovie.

Des masses semblables se rencontrent à la hauteur de dix à douze mille pieds, vers le sommet des Cordilières du Pérou.

La formation des couches de sel-gemme est un problême très-difficile à résoudre : jusqu'ici les Naturalistes, arrêtés par les bornes mêmes de la science, ont été contraints de se contenter d'une explication un peu

vague, en disant que c'étoit un dépôt de la mer. Mais quand on vient à examiner de quelle manière a pu se former ce dépôt, les difficultés se présentent en foule.

La simple notice des principales mines de sel-gemme, fera sentir combien l'origine qu'on leur attribue est douteuse.

Mine de sel de Wieliczka.

Cette mine, la plus célèbre et l'une des plus anciennes de l'Europe, est en Gallicie, à 2 lieues au sud-ouest de Cracovie; et à 7 à 8 lieues au nord de la chaîne des monts Krapak.

Plusieurs Naturalistes ont donné la description de cette mine, entre autres le comte de Schober, Guettard, Berniard et Peschier : suivant ces observateurs, l'argile se présente sous la terre végétale, et ensuite on trouve du sable, et à une profondeur assez

grande une argile noire et compacte; au-dessous est une couche de sel en rognons, dont le volume varie depuis la grosseur de la tête jusqu'à 5 à 6 pieds de diamètre; ces rognons sont dispersés dans l'argile ou dans un mélange de sel, de sable et de gypse. Enfin, l'on arrive après une descente de 150 à 200 pieds, à des couches de sel plus régulières, d'abord assez minces, ensuite plus épaisses, séparées quelquefois les unes des autres par une couche de pierre feuilletée argileuse, calcaire ou sablonneuse.

Les couches de sel sont d'autant plus pures et plus épaisses, qu'elles se trouvent placées plus bas; elles s'étendent en profondeur jusqu'à environ neuf cents pieds perpendiculaires.

Guettard compare l'arrangement des divers bancs qui composent cette mine, à celui des couches de la montagne gypseuse de Montmartre.

L'épaisseur totale de ces couches sa-

lines est de six à sept cents pieds.

Cette mine est exploitée depuis l'an 1251 : les excavations sont immenses : on prétend qu'elles s'étendent à plus d'une lieue de l'est à l'ouest.

Depuis qu'elle est sous la domination de l'Empereur, son produit est, suivant Peschier, d'environ 170 mille quintaux de sel par an.

A cinq lieues au sud-ouest de Cracovie, sont les mines de sel de Boschnia; elles ont la même profondeur que celle de Wieliczka, mais le sel y est moins pur.

Mines de sel de Transylvanie.

Suivant l'observateur Jens Esmark, élève de Werner, les mines de sel de Thorda sont recouvertes de cailloux roulés, d'argile et de marne; la masse de sel est divisée en couches horizontales ondulées; et cette disposition est d'autant plus sensible, qu'il y a alter-

nativement une couche de sel plus blanc et une de sel plus foncé, chacune de huit lignes à un pouce d'épaisseur. Les couches plus foncées en couleur contiennent une terre noire qui a une forte odeur de bitume.

Les mines de sel de Dees offrent les mêmes couches horizontales ondulées que celles de Thorda..... Au reste, on y trouve, comme dans celles-là, de l'argile bitumineuse tant en couches qu'en filons. Jens-Esmark a appris, dit-il, que les mines de Thorda et de Dees présentent du gypse par intervalles. (*Journal des Mines*, *n°. 47.*)

Il y a de semblables mines de sel à Eperies dans la Haute-Hongrie, et quelques Naturalistes ont pensé qu'elles étoient une suite de celles de Wieliczka et de Boschnia; on a même étendu cette idée jusqu'aux couches de sel de Transylvanie, mais cette supposition a peu de vraisemblance, puisqu'elles sont séparées par la chaîne des monts Kra-

pak dont le noyau est primitif, et que jamais les couches de sel n'ont existé dans la roche primitive.

Mines de sel du Tirol.

Ces mines sont à la cime d'une montagne fort élevée, à deux lieues de Halle sur les bords de l'Inn, au nord-est d'Inspruck. Le sel, dit Jars, y est en masse que l'on peut regarder comme un stockwerck : cette masse est un mélange de sel avec la roche qui est de la nature de l'ardoise, et qui en contient dans tous ses lits et dans toutes ses divisions.

Il y a une partie de la montagne où l'on en trouve une très-grande masse sans mélange de roche; on y arrive par une galerie de 260 toises. Jars ajoute que le passage qui conduit à cette masse est fermé à la clef; qu'on n'en enlève jamais la moindre partie, et qu'il est défendu aux ouvriers d'en prendre,

même pour saler leur soupe. Il ne dit point le motif de cette conduite qui peut paroître extraordinaire, mais que je crois très-fondée en raison : ce qu'il dit plus loin paroît en donner l'explication.

Comme le sel de cette mine est en général très-impur, et que c'est plutôt une simple roche imprégnée de sel, pour l'extraire on est obligé de le dissoudre. A cet effet, l'on ferme l'entrée des souterrains par de fortes digues, et l'on y introduit de l'eau jusqu'à ce qu'ils en soient remplis; elle y séjourne plusieurs mois et dissout le sel contenu dans le rocher environnant, et dans les massifs qu'on avoit laissé subsister pour soutenir les travaux. Alors, on la fait écouler, et l'on obtient le sel par évaporation.

Cependant les parois et les piliers de ces souterrains ayant été en partie dissous par les eaux, s'écroulent et le terrein s'affaisse, mais au bout de quelques

années, ces amas de décombres ont acquis la même solidité, ils ont repris la même abondance de sel, et on les exploite de nouveau. (*Jars, Voyag. tom. 3, pag. 328.*)

Je pense donc que quand on a laissé avec tant de soin subsister cette grande masse de sel qui se trouve dans l'intérieur de la montagne, c'est qu'on l'a regardée comme un puissant aimant qui attiroit de l'atmosphère les principes constituans du sel marin, et en favorisoit la formation : divers exemples prouvent que ce n'est point une chimère.

Mines de sel d'Angleterre.

Aux environs de la ville de Northwich, dans la province de Chester, à quelques lieues de la mer d'Irlande et dans un terrein plat, on exploite un grand nombre de mines de sel. On le trouve en grandes couches, à 120 pieds de la surface du sol.

Il est recouvert par une argile schisteuse noirâtre, et au-dessus est une masse de sable qui règne jusqu'à la superficie.

« Le sel en roc, dit Jars, paroît » avoir été déposé par couches ou lits » de plusieurs couleurs; il est le plus » généralement d'un rouge foncé res- » semblant à-peu-près à la couleur du » sable qui compose la surface du ter- » rein; d'autres de différentes nuances, » et enfin de celui qui est parfaitement » blanc et pur sans aucun mélange; » mais, ce qu'il y a encore de très- » particulier, ajoute Jars, c'est que ces » couches de sel sont dans une position » qui feroit croire que le dépôt s'en » est fait par ondes, comme on voit » ceux que la mer fait sur ses côtes ».

On exploite cette masse de sel jusqu'à la profondeur de 60 pieds : on laisse au toit 15 à 18 pieds d'épaisseur, de sorte que les excavations ont plus de 40 pieds de hauteur; et

comme on y laisse subsister des piliers de distance en distance, dans un ordre symétrique, ces souterrains présentent le coup-d'œil le plus imposant, et ressemblent à des bâtimens voûtés d'une étendue immense. (*Jars, Voyag. tom. 3, p. 332.*)

Le savant Pictet, rédacteur de la Bibliothèque Britannique, a fait des remarques curieuses sur ces mêmes mines.

« Le banc de sel qu'on exploite a, » dit-il, environ 60 pieds d'épaisseur... » le sol du souterrain nous offrit une » observation neuve, à ce que nous » croyons: on voyoit presque par-tout » des compartimens polygones, et » pour la plupart hexagones; ils rap» peloient ces sections de prismes ba» saltiques qui forment, dans la cé» lèbre Chaussée des Géans et ailleurs, » des compartimens semblables. . . . » Quelle que soit la théorie, le fait » nous a paru hors de doute ».

Le même observateur ajoute un autre fait important. « On trouve, » dit-il, en sondant au-dessous du ni- » veau actuel du souterrain, environ » vingt-cinq pieds de sel ; puis *12 à 15* » *pieds de roc;* puis on retrouve le sel » au-dessous, jusqu'à une profondeur » qui ne nous fut pas indiquée ».

Cette alternative des couches de sel et des bancs de roc est très-remarquable.

Mines de sel d'Espagne.

Bowles a décrit trois des plus importantes mines de sel qui se trouvent en Espagne.

La première dont il parle, est celle qu'on voit dans un pays montueux et fort élevé, entre le royaume de Valence et la Castille, près du bourg de Mingranilla, dans un terrein gypseux de demi-lieue de circonférence. « Au » dessous de la couche de plâtre, dit-

» il, on trouve un banc solide de sel-
» gemme parallèle à cette couche. On
» ne connoît pas sa profondeur, parce
» qu'au-delà de trois cents pieds, l'ex-
» traction devient trop coûteuse ».
(*Hist. Nat. d'Espag. pag. 164.*)

La seconde mine est dans la Navarre Espagnole, entre Caparoso et l'Ebre, dans une chaîne de collines qui s'étend de l'est à l'ouest.

« Ces collines, dit-il, sont compo-
» sées de terres calcaires, mêlées de
» gypse... Cette chaîne a plus de deux
» lieues d'étendue. Dans sa partie la
» plus élevée on trouve le village de
» Valtierra, sur une côte vers le mi-
» lieu de laquelle on trouve une mine
» de sel-gemme. .... Elle peut avoir
» 400 pas de long sur 80 de large. Le
» sel est contenu dans un espace d'en-
» viron 5 pieds d'élévation.

» J'examinai, ajoute-t-il, avec at-
» tention les couches de sel, je les
» comparai avec les couches de terre et

» de gypse où elles sont encaissées ;
» je trouvai que la couche extérieure
» est composée de gypse ; je rencontrai
» immédiatement après deux pouces
» de sel blanc... suivi de deux pouces
» de sel-pierre, et d'une couche de
» terre... Je trouvai d'autres couches
» alternativement composées de terre
» et de sel, jusqu'au fond de la mine
» qui est de gypse, *ondé comme les au-*
» *tres couches*... Les couches de terre
» saline sont d'un bleu obscur : les cou-
» ches de sel sont blanches.

» Cette mine, ajoute Bowles, est
» fort élevée au-dessus de la mer, car
» on monte presque toujours depuis
» Bayonne ». (*Ibid. pag. 376.*)

La troisième mine dont il fait mention, est la plus curieuse, elle est même très-extraordinaire : c'est celle de Cardona en Catalogne, à 16 lieues au nord-ouest de Barcelonne, et à quelques lieues des Pyrénées.

« Le bourg de Cardona, dit il, est

» situé au pied d'un rocher de sel qui, » du côté de la rivière de Cardonero, » paroît coupé presque à pic. Ce ro- » cher est un bloc de sel massif, qui » s'élève de terre d'environ 4 à 500 » pieds, sans crevasses, sans fentes et » sans couches : on ne trouve pas de » gypse dans ses environs. Ce bloc peut » avoir une lieue de circuit, *et son élé- » vation est la même que celle des mon- » tagnes circonvoisines* : comme on » ignore sa profondeur, il est impos- » sible de savoir sur quoi il repose.

» En général le sel y est blanc, de- » puis le haut jusqu'en bas; il y en a » cependant qui est roux.... on en » trouve aussi de bleu clair.....

» Cette prodigieuse montagne de sel » dépourvue de toute autre matière, » est l'unique de son espèce en Europe... » Je ne sais, ajoute Bowles, s'il suffira » de dire que c'est une évaporation de » l'eau de la mer : cette solution ne sa-

» tisfera pas tout le monde ». (*Ibid. pag. 406.*)

On voit que cet observateur, si familiarisé avec les phénomènes de la Nature, ne penchoit nullement pour l'explication ordinaire de celui-ci (1).

Mines de sel du Pérou.

L'Amérique possède aussi des mines de sel-gemme, et, à ce qu'il paroît, en grand nombre; mais ce qu'il y a de très-remarquable, c'est qu'elles se trouvent à une élévation immense, de même que les couches de houille.

---

(1) Bowles rapporte une observation qui seroit fort singulière si elle étoit confirmée : il dit que le sel-gemme de Cardona a la propriété de décomposer le nitre : on fait de l'eau-forte par son intermède, et les Orfèvres de Madrid qui s'en servent habituellement, ont reconnu qu'elle n'attaque point du tout l'or. Il seroit à desirer qu'un Chimiste voulût bien vérifier ce fait.

« La partie haute du Pérou, dit » Ulloa, qui paroît être comme un dé» pôt de minéraux, a aussi des mines » de sel..... On le trouve en blocs » durs et continus comme la roche... » La forme extérieure de ce sel en » impose au premier aspect, car il res» semble à une pierre de couleur vio» lette sombre, parsemée de rayons » jaspés.....

» On trouve de ces mines de sel, » *presque par tous ces pays*; et ce qu'il » y a de plus singulier à remarquer, » c'est son extrême dureté, sa couleur, » et qu'il soit dans ces monts aussi » hauts que ceux où gisent l'argent ou » le mercure; ce qui est sans doute » très-surprenant ». (*Ulloa, Mém. t. 1, p. 352.*) (1).

---

(1) On sait que les mines d'argent du Pérou sont dans la région la plus élevée des Cordilières; et la mine de mercure de Guanca-Velica, la seule qu'il y ait en Amé-

OBSERVATIONS.

Pour expliquer comment les mines de sel-gemme avoient pu être formées par un dépôt des eaux de la mer, on a été obligé de supposer : 1°. que l'ancien Océan s'étoit retiré dans le sein de la terre ; car si on l'eût fait disparoître par évaporation, il auroit laissé toute la surface de la terre couverte d'une couche de sel aussi épaisse que la montagne de Cardona.

2°. Qu'en se retirant, il avoit laissé des réservoirs remplis d'eau salée, et que cette eau, en s'évaporant, a laissé au fond des bassins les mines de sel de Wieliczka, et celles qui sont à la cime des Cordilières.

Mais tout cela, comme je l'ai déjà dit, présente de grandes difficultés :

---

rique, est, suivant Ulloa lui-même, à la hauteur énorme de 2337 toises.

d'abord, l'intérieur du globe, bien loin d'avoir été jadis vide, et ensuite rempli d'eau, est au contraire formé de matières qui, d'après les observations et les expériences de Maskeline et de Cavendish, sont au moins cinq fois plus pesantes que l'eau.

A l'égard des réservoirs qui contenoient, dit-on, les restes de l'Océan, il auroit fallu qu'ils fussent d'uneé lévation que je n'ose calculer; et d'ailleurs, on voit bien que ces mines de sel sont adossées d'un côté à de grandes chaînes de montagnes; mais des trois autres côtés, l'on ne voit rien qui annonce les restes de ces prodigieux réservoirs.

Il seroit encore difficile d'expliquer d'une manière probable, la formation successive des diverses couches qui composent ces mines. Si l'on suppose des retours périodiques de l'Océan, il faudroit que ces retours fussent motivés sur quelque phénomène connu;

or, rien ne fait soupçonner que l'axe de la terre ait éprouvé des balancemens capables de produire ces retraites subites et ces retours périodiques de l'Océan.

Je ne pousserai pas plus loin cet examen, et je me contenterai de dire qu'il paroîtroit plus conforme à la marche simple et régulière de la nature, de considérer ces masses salines comme produites par une cause locale, et par des émanations analogues à celles des volcans. Je développerai ailleurs les motifs de cette opinion.

FOSSILES (1).

On donne le nom de *fossiles*, aux corps organisés qui se trouvent en-

(1) Comme ces substances sont étrangères aux minéraux proprement dits, je me contenterai de présenter quelques considérations générales; les détails feroient la matière d'un ouvrage immense.

fouis dans les différentes couches secondaires ou tertiaires.

Parmi ces corps, les uns sont *pétrifiés*, d'autres sont pénétrés de bitumes ou de matières salines et métalliques ; d'autres sont demeurés dans leur état naturel, et n'ont éprouvé qu'une décomposition plus ou moins avancée.

La circonstance qui frappe le plus à la vue de ces *fossiles*, c'est qu'ils sont presque toujours étrangers aux contrées où on les trouve.

Mais la surprise cesse bientôt, dès qu'on vient à considérer, comme l'a si judicieusement observé le savant Cuvier, que les corps organisés, et sur-tout les animaux terrestres, ne peuvent devenir fossiles dans les lieux où ils ont vécu : leurs dépouilles exposées à l'action de l'atmosphère, et de tous les autres agens extérieurs, ont été totalement décomposées, et n'ont pas laissé de vestiges.

Si Buffon a conclu que l'éléphant et le rhinocéros avoient autrefois vécu dans les contrées boréales, attendu qu'on y trouve leurs ossemens, quoiqu'on dût tirer de cette circonstance une conclusion tout opposée, il paroît que c'est le besoin qu'il avoit de trouver un fait qui vînt à l'appui de son systême sur le refroidissement du globe, qui lui a fait illusion à cet égard.

Les corps organisés n'ont été conservés que lorsqu'ils ont été enfouis, et ils n'ont pu l'être, en général, que par les eaux qui les ont transportés à des distances plus ou moins considérables, et les ont recouverts de matières terreuses.

Fossiles du règne végétal.

On a vu dans l'article de la *houille*, que les fougères, les roseaux et autres plantes de cette nature, se trouvent,

même à de grandes profondeurs, dans les couches qui accompagnent ce combustible. C'étoient les premiers produits de l'organisation végétale, quand les terreins les plus élevés commencèrent à paroître au-dessus de la surface de l'Océan.

Les grands végétaux, tels que les arbres, qui sont des productions bien postérieures à la formation des fougères, ne se trouvent enfouis que dans les couches superficielles, de même que les restes d'animaux terrestres.

Si l'on trouve quelquefois des arbres enfouis sous de grands amas terreux, on reconnoît toujours, par les circonstances locales, que leur gîte étoit un ravin qui a été comblé par des dépôts fluviatiles; il arrive même, quelquefois, qu'il s'y est formé des substances métalliques, comme dans l'amas de depôts tertiaires qui renferment la mine de plomb de Pontpean en Bretagne, les mines d'or et d'argent de

Schemnitz en Hongrie, et quelques autres.

Le plus souvent ces grands végétaux ont été simplement convertis en tourbe, comme cet amas d'arbres qui forme la couche de matière combustible, appelée improprement *terre de Cologne*; la couche de bois bitumineux de *Biechlitz* près de Halle en Saxe; celle de Sainte-Agnès, près de Lons-le-Saunier, et autres semblables. Ces couches ne sont jamais qu'à une petite profondeur, et recouvertes de sables et de galets.

Quelquefois des amas d'arbres ont été pénétrés de pétrole et convertis en houille, qui conserve le tissu ligneux; tels sont ceux des houillères du Creusot en Bourgogne, et ceux qui ont été convertis en jayet dans le duché de Wirtemberg.

On trouve à Poligny en Bretagne, une couche composée de grands arbres convertis en tripoli.

Mais, le plus souvent, les bois ensevelis dans les sables y sont convertis en silex; et ce changement me paroît dû à une véritable transmutation, c'est-à-dire à de nouvelles combinaisons qu'éprouvent leurs molécules constituantes.

L'observation d'un grand nombre de faits m'a conduit à adopter cette opinion; en voici quelques-uns que je crois propres à la justifier.

Le célèbre Jussieu possède, parmi ses bois pétrifiés, un échantillon converti en silex, qui présente des accidens très-intéressans, et dont il a bien voulu me donner une partie: il est tout rempli de vers, d'un pouce et plus de longueur, et de la grosseur d'un tuyau de plume; ils ont été convertis en très-belle agate.

Le morceau que j'ai fait polir, présente le bois coupé transversalement, et les vers se trouvent coupés longitudinalement: leur partie extérieure est

blanchâtre et opaque, et leur intérieur offre des zônes ondulées, de différentes teintes qui semblent représenter leurs intestins.

A l'égard du bois, il a conservé les mêmes nuances, et il offre absolument la même organisation qu'un bois dans son état naturel. Les couches ligneuses annuelles sont très-rapprochées, très-multipliées, mais très-distinctes; elles n'ont que $\frac{1}{4}$ de ligne d'épaisseur, et sont composées d'une multitude de lames de la plus grande ténuité, qui sont disposées non parallèlement, mais perpendiculairement au plan des couches, de sorte que c'est la largeur des lames qui forme l'épaisseur de ces couches. Et comme on ne voit que la coupe de ces lames, elles ressemblent à des fibres qui auroient tout au plus $\frac{1}{100}$ de ligne d'épaisseur.

Les prolongemens médullaires qui vont du centre à la circonférence, sont tellement multipliés qu'ils sont à $\frac{1}{3}$ de

ligne l'un de l'autre, il passent entre les petites lames des cercles annuels, et n'ont guère plus d'épaisseur qu'elles.

Les cercles annuels sont séparés l'un de l'autre par une couche d'une substance dont l'organisation est toute différente et paroît spongieuse. Ces couches n'ont également que $\frac{1}{4}$ de ligne d'épaisseur; et il est très remarquable qu'elles ont conservé leurs pores vides; on le reconnoît même sans loupe, en les présentant au jour obliquement.

Mais ce qui me paroît le plus instructif dans ce morceau, c'est que dans la partie de l'aubier qui avoit éprouvé un commencement de décomposition, la couche que j'ai dit avoir un tissu spongieux, a été en partie détruite et a laissé des vides de deux ou trois lignes de longueur, qui n'ont point été remplis par la matière siliceuse; de sorte que les cercles ligneux, peu adhérens les uns aux autres, se sont détachés en partie dans l'opération du

sciage, et ont laissé saillante une portion du corps des vers qui sont parfaitement agatisés.

Le cœur de l'arbre paroît avoir été détaché du morceau par la même raison, c'est-à-dire parce que le bois de cette partie étant dans un état de décomposition, n'a pu être pétrifié. Les dernières couches ligneuses qui subsistent de ce côté sont évidemment moins bien pétrifiées que celles qui sont dans la partie moyenne entre le cœur et l'aubier.

Démeste rapporte d'autres faits parfaitement analogues à ceux-ci. « On » voit, dit-il, dans le cabinet de mon- » sieur le comte d'Angivilliers, une » très-grosse portion de tronc d'arbre... » entièrement pétrifié, excepté vers » son centre... le cœur du bois est en- » core à l'état ligneux et combustible.. » toute cette partie est accompagnée » d'un nombre considérable de petits » cristaux de roche à deux pointes....

» ces cristaux couchés entre les fibres » du bois, y sont à peine adhérens ». *(Démeste, Lett. t. 1, p. 495.)*

D'après ces faits, je ne saurois m'empêcher de penser, que ce sont les molécules même du bois qui ont pris la nature silicée, et que ce n'est point comme on le suppose, un quartz à l'état liquide qui auroit pénétré ces pièces de bois; puisqu'on voit que les vides occasionnés par un commencement de décomposition, n'ont nullement été remplis par le prétendu liquide quartzeux; et, comme je l'ai déjà observé ailleurs, un liquide semblable auroit empâté les matières terreuses qui environnoient le bois fossile, et n'auroit formé du tout qu'une masse quartzeuse; tandis qu'au contraire, on ne trouve nulle adhérence entre le bois pétrifié et le sable qui l'enveloppe.

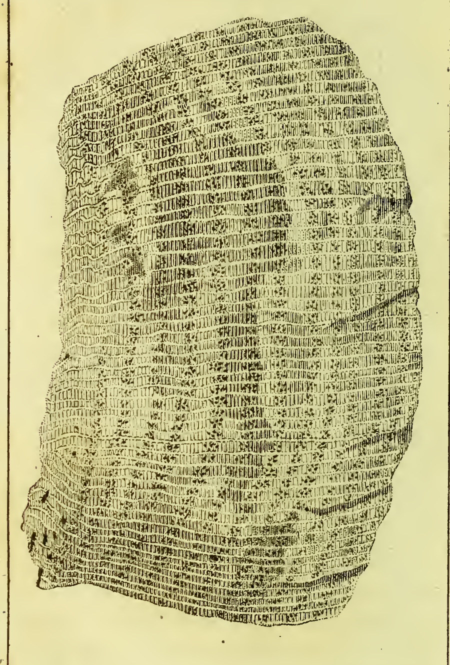
Il me paroît donc que c'est par la combinaison d'un ou de plusieurs fluides aériformes avec les élémens mêmes

du bois et des autres corps organisés, que s'opère leur pétrification.

On voit que, lorsque par l'effet de la décomposition, le bois avoit perdu cette portion de ses élémens qui auroit pu concourir à former le quartz, il étoit demeuré à l'état de bois.

On ne pourroit pas dire que c'est par défaut d'abondance du liquide quartzeux, qu'une portion du bois n'en a pas été pénétrée, puisqu'on voit que dans celui qui est décrit par Démeste, il y avoit une multitude de cristaux de quartz disséminés entre les couches ligneuses.

Cette circonstance me fait soupçonner que les élémens du bois qui avoient été dégagés par un commencement de putréfaction, se trouvant libres dans ces interstices, avoient formé ces cristaux de quartz, par l'effet des mêmes combinaisons qui convertissoient en silex les portions de bois qui n'avoient pas été altérées; et ces élémens



Deseve del. *Pierron Sculp.*

BOIS AGATISÉ.

dégagés des parties qui se décomposent, contiennent probablement un principe phosphorique, comme semble l'indiquer la phosphorescence des bois pourris, et je crois, d'ailleurs, que le phosphore n'est point étranger aux élémens du quartz, comme je l'ai déjà remarqué en parlaut de cette substance, d'après les observations du célèbre Dolomieu.

Les échantillons de bois agatisés que j'ai fait figurer, sont dans la riche collection de Besson, inspecteur des mines: La planche A présente la coupe transversale d'une portion de tronc d'arbre, dont le bois avoit, à ce qu'il paroît, un tissu fort lâche; les prolongemens médullaires sont très-distincts; les cercles annuels sont épais de plusieurs lignes, et séparés l'un de l'autre par une substance composée de tubes, qui étoient probablement remplis d'une matière muqueuse, et qui le sont aujourd'hui par une

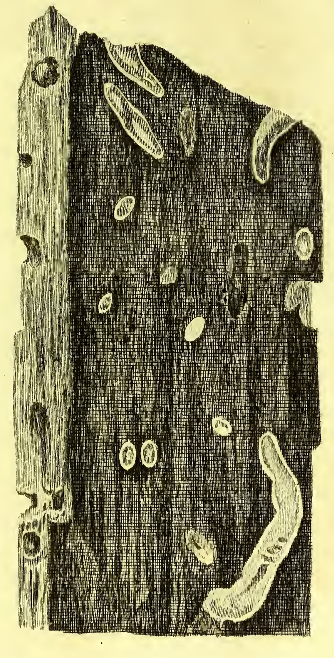
substance quartzeuse transparente; en sorte que le morceau placé entre l'œil et la lumière paroît être criblé de pores.

La planche B offre aussi la coupe transversale d'un grand végétal dont l'organisation présente un assemblage de gros vaisseaux d'une forme irrégulière, réunis par une substance spongieuse. Le savant Jussieu a reconnu que ce végétal est une fougère en arbre. Ces deux morceaux paroissent venir des monts Krapak, dans la haute Hongrie, où se trouvent fréquemment des fossiles de cette nature.

La planche C fait voir la coupe longitudinale d'un morceau de bois qui a été converti en agate, de même que les vers qu'il contient. On y remarque des parties ovales, blanchâtres, qu'on soupçonne être des œufs d'où devoient sortir des vers semblables, et l'apparence est séduisante.

Ce qui me paroît certain, c'est que

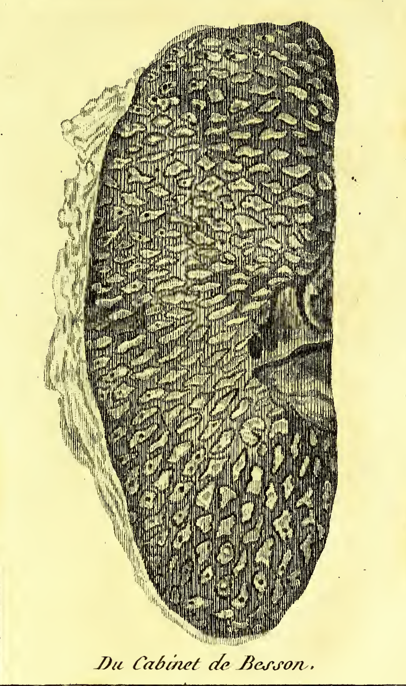
Du Cabinet de Besson.



Deseve del. Le Villain Sculp.

BOIS AGATISÉ CONTENANT DES VERS.





Deseve del. Pierron Sculp.

FOUGÈRE EN ARBRE, AGATISÉE.

la pétrification est, dans certains cas, une opération de la Nature, extrêmement prompte; la pétrification de quelques fruits, paroît le démontrer d'une manière évidente. On connoît, par exemple, les *noix* converties en silex, qui ont conservé leur zeste à l'état ligneux : j'en ai vu dans la collection de Lecamus qui étoient d'une conservation si parfaite, qu'on auroit eu quelque peine à les distinguer d'une noix ordinaire. Ces noix se trouvent aux environs de Lons-le-Saunier. Le catalogue de Davila en indique aussi dans le Piémont.

Lelièvre, conseiller des mines, possède un superbe morceau de bois agatisé, tout rempli de vers, dont la substance blanchâtre semble avoir conservé le tissu organique, et n'a d'ailleurs nulle ressemblance avec les parties environnantes comme elle devroit l'avoir, si elle étoit formée d'un

liquide uniforme qui eût pénétré le morceau.

Fossiles du règne animal.

Les restes d'animaux marins sont les plus anciens corps organisés : c'est dans l'Océan que commença le règne de la vie.

On trouve des coquilles dans des couches bien plus anciennes qu'aucune de celles qui contiennent des végétaux.

Dans les temps postérieurs, ces coquilles se sont trouvées en si grand nombre, qu'elles ont fait penser à Buffon que c'étoit leur substance seule qui composoit toute la matière calcaire qui existe.

Ces coquilles fossiles nous éclairent sur un fait géologique important : c'est que l'Océan qui couvroit jadis les plus hautes montagnes, est descendu au point où il est aujourd'hui, par une

diminution graduelle, et non par des retraites subites, puisqu'on trouve des productions marines du même genre à tous les degrés d'élévation, jusqu'à la hauteur de 1500 toises et au-delà; et l'on sait que les coquillages vivent à des profondeurs déterminées.

L'existence des poissons succéda à la formation de la plupart des coquilles; et les couches où l'on trouve leurs empreintes sont du nombre des couches calcaires ou argileuses les plus récentes.

Vinrent ensuite les quadrupèdes ovipares, dont les restes se rencontrent dans des couches encore plus modernes, telles que les couches de grès des environs de Maëstricht, où l'on a trouvé des restes de crocodiles, dont Faujas a donné une belle description.

Enfin, ont paru les quadrupèdes vivipares; et les restes de ceux-ci ne se trouvent que dans les couches meubles

de la terre, ainsi que l'observe le savant J. A. Deluc.

Ces débris d'animaux terrestres se présentent avec deux circonstances qui ont fort occupé les Naturalistes : la première est la distance du lieu où on les trouve, à celui où les mêmes animaux vivent aujourd'hui.

La seconde est la différence de grandeur et de forme qu'on observe entre les anciens ossemens et les squelettes des analogues vivans.

Pour expliquer le première, on imagina divers systêmes tendant à prouver que les animaux des tropiques avoient pu vivre dans les climats du nord.

Et quand on reconnut que cette supposition n'étoit pas admissible, on eut recours à diverses catastrophes pour expliquer leur translation dans des contrées lointaines.

Mais toutes les observations que j'ai faites, et celles que j'ai recueillies dans

les meilleurs écrits, m'ont convaincu que les divers faits géologiques peuvent s'expliquer d'une manière simple, par la marche journalière des agens de la nature, et sans avoir recours à aucun de ces moyens violens qui ne me paroissent pas analogues à sa constante uniformité.

On ne sauroit douter que les montagnes n'aient été, dans les premiers temps, beaucoup plus élevées qu'aujourd'hui, et que les rivières n'aient été d'une grandeur proportionnée à cette élévation.

Cela seul peut aider à rendre compte de plusieurs faits : par exemple, les restes d'éléphans, de bufles, de rhinocéros qu'on trouve en Sibérie, me paroissent y avoir été transportés par les rivières.

Ce n'est jamais que dans le voisinage des grands fleuves de cette contrée, qu'on trouve ces ossemens fossiles; c'est ce dont je me suis assuré

pendant les huit ans que j'ai employés à la parcourir, et d'ailleurs le voyage de Pallas en fait foi.

L'Irtiche prend sa source dans la Tartarie chinoise, vers le 43e degré de latitude : l'Ob et le Yenissey vers le 47e ; et quand les montagnes du Tibet, et celles qui donnent naissance à l'Indus et au Gange, étoient beaucoup plus élevées qu'aujourd'hui, les eaux qu'elles versoient du côté du nord, venoient se réunir aux fleuves de Sibérie.

Dans ces mêmes temps, l'Océan qui étoit plus élevé qu'à présent, couvroit encore une partie des plaines de l'Inde, de sorte que les éléphans, plus resserrés entre la mer et les montagnes, fréquentoient plus souvent les hautes vallées, où la température étoit douce, parce que la chaleur d'un climat dépend sur-tout de son peu d'élévation au-dessus de la mer ; et que d'ailleurs la chaleur du soleil concentrée

dans les vallées, les fait jouir communément d'une température plus chaude que ne l'annonce leur latitude. Saussure a observé que la vallée du Rhône, entre Martigny et Brieg, a des insectes et des végétaux qu'on ne trouve qu'en Provence. (§. 2120.)

L'éléphant s'accommode fort bien d'une température modérée : Levaillant m'a dit en avoir vu à de grandes hauteurs, sur des montagnes dont le sommet étoit couvert de neige.

Il est donc probable que les anciens éléphans d'Asie ont fréquenté les bords des rivieres qui, vers le 35e ou le 40e degré de latitude, se réunissoient aux fleuves de Sibérie.

On sait que les animaux sauvages, lorsqu'ils sentent approcher la fin de leur vie, cherchent les retraites les plus cachées pour y mourir en paix, et qu'ils se tiennent près des rivières pour s'y désaltérer jusqu'à leurs derniers

instans : leur corps est ensuite entraîné à la première crue des eaux.

Quant à ceux qui se trouvent dans d'autres contrées, il est probable qu'ils ont été roulés à la mer par les fleuves de l'Inde, et de là transportés ailleurs par les flots : il faut se rappeler qu'il y avoit alors bien moins de terres qu'à présent, et qu'une partie de nos continens étoit couverte par l'Océan.

A l'égard de la différence de grandeur et de forme qui se trouve entre les anciens ossemens et ceux des animaux actuels, elle avoit été plutôt soupçonnée que distinctement reconnue avant les travaux de Cuvier, qui a jeté le plus grand jour sur cette partie importante de l'histoire naturelle.

Dans l'extrait du grand ouvrage qu'il prépare sur les fossiles, je trouve (pag. 5.) un passage qui me paroît dévoiler en deux mots un des grands secrets de la nature. Il a observé, « que » plus les couches dans lesquelles on

» trouve ces os sont anciennes, plus ils » sont différens de ceux des animaux » que nous connoissons aujourd'hui » ; et il étend cette remarque aux autres fossiles.

Comme ce célèbre Naturaliste n'indique pas précisément les conséquences qu'on peut tirer de cette grande observation, je ne voudrois pas lui attribuer une opinion qu'il n'a pas formellement énoncée ; mais j'en prends occasion d'exposer la mienne.

L'analogie me porte à penser que le globe terrestre, ainsi que les autres corps qui peuplent l'espace, éprouvent des vicissitudes graduelles, aussi bien que les individus qui couvrent leur surface : vicissitudes dont la lenteur est proportionnée à l'immensité de ces grands corps. Et il est très-probable que suivant les divers états où ils se trouvent, leurs habitans éprouvent des modifications qui changent graduellement les espèces, au point

de former des espèces absolument distinctes.

Nous qui ne vivons qu'un instant, et dont l'histoire ne remonte qu'à un jour, nous appercevons peu ces changemens; mais les annales de la terre en contiennent les preuves, et Cuvier qui sait si bien déchiffrer ces caractères sacrés, nous les a fait connoître.

Il nous a donné la description et la figure d'un squelette monstreux trouvé au Paraguay à 100 pieds au-dessous de la surface d'un terrein sablonneux dans le voisinage de la rivière de la Plata, et qui est actuellement conservé tout entier dans le cabinet de Madrid. C'est le squelette d'un quadrupède énorme de douze pieds de longueur, dont les os annoncent, par leurs formes singulièrement épaisses et grossières, que ce n'étoit en quelque sorte que l'ébauche d'un quadrupède. (Voy. *le Magasin encycl. t. 1.*)

Il a décrit 22 espèces de quadrupèdes différentes des espèces actuelles, qui ont été trouvées dans diverses contrées.

Dans l'article du *gypse* que j'écrivois il y a quelques mois, j'ai parlé de trois espèces que lui avoit fournies la colline de Montmartre; mais comme ses découvertes vont plus vîte que ma plume, il a depuis reconnu trois autres espèces provenant de la même colline: ces six espèces de quadrupèdes sont d'un même genre qui n'existe plus, et qui est intermédiaire entre le rhinocéros et le tapir.

Il me paroît remarquable que les 22 espèces perdues, reconnues par Cuvier, ne présentent presque toutes que des animaux dont la structure est informe et n'offre rien de l'élégance et de la légéreté de la plupart des quadrupèdes actuels : ce sont des hippopotames, des rhinocéros, des tapirs, des paresseux, des éléphans : tous animaux

massifs, aimant à vivre dans le voisinage des eaux, et ne se nourrissant que de matières végétales. Les os d'animaux carnassiers ne se sont trouvés que dans des cavernes, ou dans des fentes de montagnes, et paroissent avoir été enfouis dans des temps bien postérieurs.

Le même savant a rectifié l'erreur où étoient tombées plusieurs personnes qui avoient cru avoir trouvé des ossemens *humains* dans des couches pierreuses.

Il me paroîtroit en effet bien surprenant qu'on fît une semblable découverte : d'après la marche graduée de la nature, L'HOMME qui est son plus parfait ouvrage, a dû sortir le dernier de ses mains; et probablement il n'a paru sur la terre, qu'après que les grands continens ont été laissés à découvert par la retraite de l'océan, et qu'ils ont été peuplés d'animaux et enrichis de végétaux propres à sa nourriture.

Les générations futures trouveront les restes très-abondans de l'espèce humaine que la mer ensevelit maintenant ; et peut-être y découvriront-elles les mêmes différences de formes, qu'on observe dans les autres ossemens fossiles.

FIN DU CINQUIÈME ET DERN. VOLUME.



